

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA  
Y GEOGRÁFICA**

**E.A.P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA**

**“PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA  
EVALUACION SEMICUANTITATIVA DE  
RIESGO DE DESASTRES CON FINES DE  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL, EN EL  
DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE  
HUARI, DEPARTAMENTO DE ANCASH”**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Geógrafo**

**AUTOR**

**Jean Martín Asencios Bazán**

**María Teresa Ato Vértiz**

**ASESOR**

**Máximo Ayala Gutiérrez**

**Lima – Perú**

**2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA**

**E. A. P. DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA**

**TESIS:**

***“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN SEMICUANTITATIVA DE RIESGO DE DESASTRES CON FINES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, EN EL DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI, DEPARTAMENTO DE ANCASH”.***

**Tesis para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO GEÓGRAFO**

***Autores:***

**Bach. Jean Martín Asencios Bazán**

**Bach. María Teresa Ato Vértiz**

***Miembros del jurado:***

---

**Ing. Dante Loayza Alatriza**

***PRESIDENTE DEL JURADO***

---

**Ing. Manuel Arias Espichán**

***MIEMBRO DEL JURADO***

---

**Ing. José Sandoval Casas**

***MIEMBRO DEL JURADO***

***Ciudad Universitaria, 21 de agosto del 2015***

**ASESOR:**

**ING. MÁXIMO AYALA GUTIÉRREZ**

## **DEDICATORIA**

*Dedico esta tesis a mis padres Juan y Lidia, quienes siempre confiaron en mí y forjaron mi bienestar dándome muestra digna de superación, sacrificio, entrega y amor. Porque en gran parte gracias a ellos, hoy puedo ver alcanzada una de mis metas, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi vida profesional, y porque el orgullo que sienten por mí, junto a mi perseverancia y dedicación fueron lo que me hizo ir hasta el final.*

*A memoria de mi abuelo Moisés, huarino de nacimiento, por haber fomentado en mi familia el estudio, el deseo de superación y anhelo de triunfo en la vida.*

*A mi prima Paty, mi sobrinita Maricielo, mis hermanos Alex y Antonio, a Edwin y demás familiares por el apoyo, aliento y muestras de cariño hacia mi persona.*

*A mi compañera tesista por el esfuerzo desplegado en la presente investigación.*

*A mis amigos Graus, Castañeda, Montes y Pari, por su apoyo brindado y por sus emotivas muestras de aliento y cariño durante los fines de semana.*

**Jean Martín**



## **DEDICATORIA**

*A Dios, por haber guiado mi camino y permitirme alcanzar mis objetivos.*

*A mi familia, por brindarme su amor, comprensión y apoyo incondicional día a día. Ellos siempre me motivan a seguir creciendo como persona y profesional.*

*A la Fam. Asencios Bazán y Fam. Aranda Bazán, por su inmenso cariño, su ejemplo de esfuerzo en la vida, sus sabios consejos, y apoyo en la realización de esta tesis.*

*A mi compañero de tesis, por su dedicación y esfuerzo en búsqueda de nuestra mejora profesional.*

*A mis verdaderos amigos, por su motivación constante para obtener este logro y su confianza en que vencería cualquier dificultad.*

**María Teresa**

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores de esta tesis expresamos un sincero agradecimiento al Ing. Máximo Ayala Gutiérrez, nuestro asesor, por su apoyo técnico, su desprendimiento y su buena voluntad para el desarrollo de esta investigación; asimismo agradecemos al Ing. José Quispe Vílchez, por habernos transmitido importantes conocimientos, especialmente en el campo de investigación y habernos facilitado información valiosa para la tesis. Además agradecemos a las distinguidas personalidades, mencionadas a continuación:

- ✓ UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
Director EAP Ing. Geográfica  
Ing. Luis Huamán Amasifuén
- ✓ MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUARI  
Gerencia Municipal  
Sr. Manuel Asencios Reyes
- ✓ MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MARCOS  
Gerencia de Acondicionamiento y Desarrollo Urbano y Rural  
Ing. Juan Carlos Ramírez Mura
- ✓ CENTRO NACIONAL DE ESTIMACIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES  
Jefa del CENEPRED  
Arq. María Mercedes de Guadalupe Masana García
- ✓ CENTRO NACIONAL DE ESTIMACIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES  
Dirección de Gestión de Procesos – Subdirección de Gestión de la Información  
Ing. Enrique Portuquez Barrientos
- ✓ COMPAÑÍA MINERA ANTAMINA  
Ingeniero de Planeamiento  
Ing. Manuel Sorianos Reyes
- ✓ GESTION TERRITORIAL Y GEOMATICA SAC  
Especialista GIS  
Ing. Enrique Crisólogo Rodríguez
- ✓ UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
Docente EAP Ing. Geográfica  
Lic. Primo De la Cruz Lapa

Para finalizar, agradecemos a nuestro distinguido Jurado calificador y docentes de la Escuela, por sus consejos, enseñanzas, dedicación y compromiso en nuestra formación profesional.

**EVALUACIÓN SEMICUANTITATIVA DE RIESGO DE DESASTRES CON FINES DE  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL, EN EL DISTRITO DE SAN MARCOS, PROVINCIA DE HUARI,  
DEPARTAMENTO DE ANCASH.**

**RESUMEN**

La presente Tesis está orientada al desarrollo de una metodología semicuantitativa útil en la evaluación de riesgos, considerando la dimensión del Ordenamiento Territorial; esta evaluación va a permitir generar información necesaria para plantear propuestas de prevención y reducción del impacto de los desastres en el distrito de San Marcos.

El ámbito de estudio abarca el distrito de San Marcos, ubicado en la Zona Altoandina del Perú, en el Callejón de Conchucos, en la provincia de Huari, dentro del departamento de Ancash. El distrito posee una extensión superficial de 556.75 Km<sup>2</sup>, y cuenta con una población de 15136 habitantes. La unidad de análisis son los centros poblados mayores y la escala de trabajo es 1/25000.

La zona de estudio está expuesta a la ocurrencia de fenómenos de origen natural, tales como las inundaciones, los movimientos en masa, las sequías y las heladas. Además, posee un actual crecimiento demográfico desordenado; la población no está preparada sobre prevención y reducción de riesgos; la municipalidad carece de documentos bases para futuros planes de prevención y reducción de riesgo de desastres. Todos estos factores indujeron al desarrollo e implementación de la metodología semicuantitativa en la evaluación de riesgos que constituirá un apoyo para la elaboración de planes específicos en la temática de riesgos.

El tipo de investigación es descriptivo – correlacional. Se empleó el procedimiento semicuantitativo y analítico de las variables y se desarrolló un diseño No Experimental–Transversal. La investigación se desarrolló en tres fases: Gabinete (recopilación y estructuración preliminar de información), Campo (Reconocimiento de zona de estudio y toma de encuestas) y Gabinete (Acondicionamiento cartográfico, Diseño y modelamiento GIS y elaboración de propuestas).

En la fase de Diseño y Modelamiento, se acondiciona la información recopilada y se diseña la base de datos. Se conceptualizaron los indicadores y variables de los submodelos de peligros múltiples y vulnerabilidades múltiples, submodelos que integran el modelo final de Riesgo Semicuantitativo. Luego se presentan aspectos generales del modelamiento, se muestra una matriz semicuantitativa que se construyó con el fin de valorar indicadores, variables y submodelos que integran el modelo final de riesgos; además se enmarca que el modelo final a generar es un modelo descriptivo, donde el nivel de peligrosidad múltiple ha sido evaluado mediante la superposición heurística y con el uso de matrices multicriterio que mantienen niveles de peligro de interés; y el submodelo de vulnerabilidad ha sido construido con la información de las encuestas, información que ha sido espacializada sobre los centros poblados mayores (delimitados con ayuda del visor de Bing Aerial

y una imagen satelital Rapideye 3A 5m), luego las variables espaciales se estructuraron según nivel de vulnerabilidad en intervalos de interés según el método Natural Jenks, de esta forma también se obtuvo un submodelo que releja los niveles de vulnerabilidad múltiple. Finalmente se integran los submodelos de Peligros Múltiples y Vulnerabilidad Múltiples mediante una superposición basada en una matriz multicriterio que pretende preservar las zonas de alto riesgo y se origina el Modelo Semicuantitativo de Riesgos.

El Modelo Semicuantitativo de Riesgo concluye que las zonas de riesgo muy alto ocupan 3.78% de la superficie distrital y son áreas que se caracterizan por la concentración de población y medios de vida asentados en las laderas del curso del río y fondo de valle, por ocupar áreas susceptibles a los movimientos en masa, a las heladas y en menor medida a las sequías y las inundaciones. Este nivel se extiende sobre los centros poblados mayores estudiados: Huaripampa Central, Pujun Pampa, Rancas, Gaucho y Challhuayaco; y sobre los anexos: Gotu Puquio y Ayash, estando inmerso un aproximado de 1094 habitantes.

Dentro de los fenómenos más relevantes en la zona de estudio, según el nivel alto obtenido respectivamente, se encuentra en primer lugar los movimientos en masa con 55.07%, en segundo lugar las heladas con 38.03% y finalmente las sequías con 11.32%; los cuales requieren una mayor atención.

Con los resultados de los 3 modelos generados: Peligrosidad, Vulnerabilidad y Riesgos; finalmente se plantea una serie de lineamientos y acciones que tienen como principal objetivo la reducción y prevención del riesgo de desastres en el distrito.

***PALABRAS CLAVES: Riesgos de Desastres, Evaluación Semicuantitativa, Heurístico, Modelamiento SIG, Pausas Naturales***

**SEMI-QUANTITATIVE ASSESSMENT OF DISASTER RISK FOR LAND MANAGEMENT  
PURPOSES IN THE DISTRICT OF SAN MARCOS, PROVINCE OF HUARI, DEPARTMENT OF  
ANCASH**

**ABSTRACT**

The purpose of this thesis is to develop a useful semi-quantitative method for risk assessment taking into consideration the dimension of the Land Management; this assessment will provide the information needed to outline prevention proposals and reduction measures for the impact of natural disasters on the District of San Marcos.

The scope of the study covers the District of San Marcos entirely, located in the mountain ranges of Peru, specifically in the Conchucos Valley (locally called Callejón de Conchucos), Province of Huari, Department of Ancash. This district has a surface area of 556.75 Km<sup>2</sup> and a population of 15136 inhabitants. The subject of analysis is the larger villages and the map scale used for this project is 1/25000.

The study area is exposed to natural phenomena events, such as floodings, mass wasting, droughts and frosts. In addition, it currently has a disproportionate population growth, the population has poor knowledge on how to prevent and reduce risks. The local government is not proper basic documentation for future plans of prevention and reduction of disaster risks. All of these factors have led to the development and implementation of the semi-quantitative method for risk assessment which will be useful for the elaboration of specific plans regarding risks.

The type of research used is a descriptive/correlational research. A semi-quantitative and variable analysis procedure was employed and a non-experimental/cross-sectional design was developed. The research was developed in three stages: a First Office Work (gathering and preliminary organization of information), Field Work (exploring the study area and conducting surveys), and a Second Office Work (Mapping, GIS Data Modeling and Elaboration of Proposals).

During the stage of Mapping and GIS Data Modeling, the information gathered is prepared and a data base is designed. Indicators and variables for the submodels of multiple dangers and vulnerabilities were conceptualized; these submodels were part of the final Semi-quantitative Risk Model. Then, general aspects of the data modeling are introduced; a semi-quantitative matrix was built to assess indicators, variables and submodels, which are part of the final risk model; moreover, it is determined that the final model to be generated is a descriptive model, where the multiple danger level has been evaluated through heuristic superposition and using multi-criteria matrices that maintain danger levels of interest; the vulnerability model has been constructed with information from the surveys, information that was spatialized among the larger villages (delimited using the Bing Aerial imagery analyzer tool and a Rapideye Satellite Imagery 3A 5m), then the spatial

variables were organized by vulnerability levels in intervals of interest according to the Jenks Natural Breaks Classification Method, Also, in this manner, a submodel reflecting the multiple vulnerability levels was obtained. Finally, the submodels of multiple dangers and multiple vulnerabilities are integrated through a superposition based on a multi-criteria matrix in order to preserve the high risks areas, resulting in a Semi-quantitative Risk Model.

The Semi-quantitative Risk Model conclude that the areas of high risk represent 3.78% of the district surface, these areas have a significant population density, the people and their livelihood are settled in the riverside which make them vulnerable to mass wasting, floodings and, to a lesser extent, to droughts and frosts. This level includes the larger villages that were studied: Huaripampa Central, Pujun Pampa, Rancas, Gaucho and Challhuayaco; and the adjacent villages: Gotu Puquio and Ayash, approximately 1094 inhabitants being immersed .

Among the most significant phenomena in the study area , according to the high level obtained respectively, is first mass movements with 55.07 % , in second place with 38.03 % frost and drought finally to 11.32 % ; which require further attention.

With the results of the 3 models generated : Hazard , Vulnerability and Risk ; finally it raises a number of guidelines and actions that are aimed at reducing and preventing the risk of disasters in the district.

***KEYWORDS: Disaster Risk, Semi-Quantitative Assessment, Heuristic, GIS Modeling, Natural Breaks***

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTOS .....	6
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	9
ÍNDICE GENERAL .....	11
ÍNDICE DE CUADROS .....	13
ÍNDICE DE FIGURAS .....	14
LISTA DE ANEXOS .....	14
ACRÓNIMOS Y SIGLAS .....	16
I. INTRODUCCIÓN .....	17
1.1. ANTECEDENTES .....	17
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
1.3. HIPÓTESIS .....	19
1.4. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS .....	19
1.5. IMPORTANCIA .....	20
1.6. JUSTIFICACIÓN .....	20
II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....	21
2.1. CONCEPTOS RELACIONADOS A LA EVALUACIÓN DE RIESGOS .....	21
2.1.1. EVALUACIÓN DEL RIESGO .....	21
2.1.2. TIPOS DE EVALUACIÓN DE RIESGO .....	22
2.1.3. FORMAS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO .....	23
2.1.4. GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES .....	24
2.1.5. PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO .....	25
2.1.6. ORDENAMIENTO TERRITORIAL .....	25
2.1.7. INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL ....	26
2.2. CONCEPTOS RELACIONADOS A LOS SIG Y PROCESO DE MODELAMIENTO .....	26
2.2.1. CARTOGRAFÍA .....	26
2.2.2. MAPA .....	26
2.2.3. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....	26
2.2.4. BASE DE DATOS SIG .....	27
2.2.5. REPRESENTACIÓN DE DATOS ESPACIALES .....	27
2.2.6. ANÁLISIS ESPACIAL .....	27
2.2.7. CONSULTA ESPACIAL .....	27
2.2.8. CONSULTA DE ATRIBUTOS .....	28
2.2.9. GEOPROCESAMIENTO .....	28
2.2.10. MODELO GEOESPACIAL .....	28
2.2.11. MODELAMIENTO CARTOGRÁFICO .....	28
2.2.12. CATEGORÍAS DE UN MODELO .....	28
2.2.13. TIPOS DE MODELOS .....	29
2.2.14. ARCGIS .....	29
2.3. CONCEPTOS RELACIONADOS AL MARCO METODOLÓGICO .....	31
2.3.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN .....	31
2.3.2. TIPOS DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN NO EXPERIMENTAL .....	32
2.3.3. TIPOS DE MUESTREO .....	32

III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	34
3.1.	UBICACIÓN .....	34
3.2.	MATERIALES .....	34
3.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN Y DISEÑO METODOLÓGICO .....	35
3.4.	ESCALA Y UNIDAD DE ANÁLISIS .....	35
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	35
3.5.	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN .....	36
3.6.	ETAPAS DE INVESTIGACION .....	37
IV.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	39
4.1.	MEDIO BIOFÍSICO .....	39
4.1.1.	UBICACIÓN Y EXTENSIÓN .....	39
4.1.2.	LÍMITES Y ACCESIBILIDAD .....	39
4.1.3.	GEOLOGÍA .....	41
4.1.4.	GEOMORFOLOGIA .....	45
4.1.5.	FISIOGRAFÍA .....	48
4.1.6.	SUELOS .....	50
4.1.7.	CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS .....	51
4.1.8.	CLIMA .....	51
4.1.9.	ECOLOGÍA .....	52
4.1.10.	RECURSOS HÍDRICOS .....	53
4.2.	MEDIO SOCIOECONÓMICO .....	55
V.	DISEÑO Y MODELAMIENTO .....	59
5.1.	PARÁMETROS CARTOGRÁFICOS UTILIZADOS .....	59
5.2.	ACONDICIONAMIENTO DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA .....	60
5.3.	DISEÑO DE LA BASE DE DATOS .....	60
5.4.	ASPECTOS GENERALES DE MODELAMIENTO CARTOGRÁFICO .....	60
5.5.	CONSTRUCCIÓN Y ESTRUCTURA DEL DISEÑO CONCEPTUAL, LÓGICO Y FÍSICO .....	62
5.6.	DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES QUE INTEGRAN EL MODELO CONCEPTUAL .....	64
5.7.	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LOS ATRIBUTOS, VARIABLES Y SUBMODELOS .....	66
5.8.	VALORACIÓN DE LOS ATRIBUTOS, VARIABLES Y SUBMODELOS AUXILIARES .....	67
5.9.	VALORACIÓN DE LOS SUBMODELOS DE PELIGROS MÚLTIPLES Y VULNERABILIDAD MÚLTIPLE .....	104
5.10.	VALORACIÓN DEL MODELO SEMICUANTITATIVO DE RIESGO MÚLTIPLE .....	106
5.11.	INTEGRACIÓN Y MODELAMIENTO FINAL .....	107
VI.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	109
6.1.	SUBMODELO DE PELIGROS MÚLTIPLES .....	109
6.1.1.	ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO AUXILIAR DE INUNDACIONES .....	109
6.1.2.	ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO AUXILIAR DE MOVIMIENTO DE MASAS .....	111
6.1.3.	ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO AUXILIAR DE HELADAS .....	113
6.1.4.	ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO AUXILIAR DE SEQUÍAS .....	114
6.1.5.	ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO DE PELIGROS MÚLTIPLES .....	118
6.2.	SUBMODELO VULNERABILIDAD MÚLTIPLE .....	121
6.2.1.	ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO UNIDADES SOCIALES .....	121
6.2.2.	ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO AUXILIAR DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS .....	122
6.2.3.	ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO DE INFRAESTRUCTURA .....	1214
6.2.4.	ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO DE VULNERABILIDAD MÚLTIPLE .....	1225



6.3. MODELO SEMICUANTITATIVO DE RIESGOS MÚLTIPLES .....	126
VII. PROPUESTA DE LINEAMIENTOS Y ACCIONES PARA LA REDUCCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES CON FINES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL .....	127
7.1. GENERALIDADES .....	127
7.2. LINEAMIENTOS Y ACCIONES PARA LA REDUCCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES CON FINES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL .....	127
7.3. PROPUESTA DE PROYECTOS PARA LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE SAN MARCOS – HUARI – ANCASH.....	128
7.4. ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN.....	130
VIII.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	131
IX.BIBLIOGRAFÍA .....	135
X. ANEXOS .....	139

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Unidades de Análisis.....	36
Cuadro N° 2: Unidades Litoestratigráficas .....	41
Cuadro N° 3: Superficie y porcentaje de las unidades geomorfológicas Paisaje dominante: Planicie .....	46
Cuadro N° 4: Superficie y porcentaje de las unidades geomorfológicas Paisaje dominante: Montañoso .....	47
Cuadro N° 5: Superficie y porcentaje de grandes paisajes .....	48
Cuadro N° 6: Superficie y porcentaje de las unidades fisiográficas Gran paisaje: Montañoso .....	49
Cuadro N° 7: Superficie y porcentaje de las unidades fisiográficas Gran paisaje: Planicie .....	50
Cuadro N° 8: Zonas de Vida del Distrito de San Marcos – Huari - Ancash.....	52
Cuadro N° 9: Cuencas Hidrográficas del Distrito de San Marcos.....	55
Cuadro N° 10: Parámetros Cartográficos .....	59
Cuadro N° 11: Matriz de Calificación y Ponderación .....	61
Cuadro N° 12: Descripción de variables del Submodelo de Peligros Múltiples.....	64
Cuadro N° 13: Descripción de variables del Submodelo de Vulnerabilidad Múltiple .....	65
Cuadro N° 14: Calificación de los atributos de la variable Geología en el Submodelo auxiliar de Inundaciones .....	67
Cuadro N° 15: Calificación de los atributos de la variable Geomorfología en el Submodelo auxiliar de Inundaciones .....	68
Cuadro N° 16: Calificación de los atributos de la variable Pendiente en el Submodelo auxiliar de Inundaciones .....	69
Cuadro N° 17: Calificación de los atributos de la variable Precipitación en Época Húmeda en el Submodelo auxiliar de Inundaciones ..70	
Cuadro N° 18: Calificación de los atributos de la variable Zonas de vida en el Submodelo auxiliar de Inundaciones .....	70
Cuadro N° 19: Calificación de los atributos de la variable Uso Actual de la Tierra en el Submodelo auxiliar de Inundaciones .....	71
Cuadro N° 20: Calificación de los atributos de la variable Geología en el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa .....	72
Cuadro N° 21: Calificación de los atributos de la variable Geomorfología en el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa .....	73
Cuadro N° 22: Calificación de los atributos de la variable Pendiente en el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa .....	74
Cuadro N° 23: Calificación de los atributos de la variable Precipitación Húmeda en el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa.....75	
Cuadro N° 24: Calificación de los atributos de la variable Zonas de vida en el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa .....	76
Cuadro N° 25: Calificación de los atributos de la variable Uso actual de la tierra en el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa .....	77
Cuadro N° 26: Calificación de los atributos de la variable Pendiente en el Submodelo auxiliar de Heladas .....	78
Cuadro N° 27: Calificación de los atributos de la variable Pisos altitudinales en el Submodelo auxiliar de Heladas .....	79
Cuadro N° 28: Calificación de los atributos de la variable Temperatura mínima en el Submodelo auxiliar de Heladas .....	79
Cuadro N° 29: Calificación de los atributos de la variable Zonas de vida en el Submodelo auxiliar de Heladas .....	80
Cuadro N° 30: Calificación de los atributos de la variable Pisos Altitudinales en el Submodelo auxiliar de Sequías .....	81
Cuadro N° 31: Calificación de los atributos de la variable Temperatura máxima en el Submodelo auxiliar de Sequías .....	81
Cuadro N° 32: Calificación de los atributos de la variable Precipitación época seca en el Submodelo auxiliar de Sequías .....	82
Cuadro N° 33: Calificación de los atributos de la variable Zonas de Vida en el Submodelo auxiliar de Sequías .....	83
Cuadro N° 34: Ponderación de las variables que conforman el Submodelo auxiliar de Inundaciones – Submodelo de Peligros Múltiples.....83	
Cuadro N° 35: Ponderación de las variables que conforman el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa – Submodelo de Peligros múltiples.....84	
Cuadro N° 36: Ponderación de las variables que conforman el Submodelo auxiliar de Heladas – Submodelo de Peligros múltiples.....85	
Cuadro N° 37: Ponderación de las variables que conforman el Submodelo auxiliar de Sequías – Submodelo de Peligros múltiples.....86	
Cuadro N° 38: Calificación de atributos de la Variable Nivel Educativo .....	88
Cuadro N° 39: Calificación de atributos de la Variable Salud.....	88
Cuadro N° 40: Calificación de atributos de la Variable Vivienda (propia) .....	89
Cuadro N° 41: Calificación de atributos de la Variable Acceso a servicios públicos (agua) .....	89
Cuadro N° 42: Calificación de atributos de la Variable Acceso a servicios públicos (desagüe).....	89
Cuadro N° 43: Calificación de atributos de la Variable Acceso a servicios públicos (electricidad) .....	90
Cuadro N° 44: Calificación de atributos de la Variable Programas Sociales.....	90

Cuadro N° 45: Calificación de atributos de la Variable Título de propiedad .....	91
Cuadro N° 46: Calificación de atributos de la Variable Capacitaciones .....	91
Cuadro N° 47: Calificación de atributos de la Variable Comunicación entre autoridades y centros poblados (Autoridades locales y población) .....	92
Cuadro N° 48: Calificación de atributos de la Variable Comunicación entre autoridades y centros poblados (Autoridades municipales y población) .....	92
Cuadro N° 49: Calificación de atributos de la Variable Pobreza (Fuente: INEI).....	93
Cuadro N° 50: Calificación de atributos de la Variable Pobreza (Fuente: SISFOH).....	93
Cuadro N° 51: Calificación de atributos de la Variable Grupos Etarios (0-4años) .....	94
Cuadro N° 52: Calificación de atributos de la Variable Grupos Etarios (mayores a 65 años) .....	94
Cuadro N° 53: Calificación de atributos de la Variable Población Económicamente Activa (Agricultura).....	95
Cuadro N° 54: Calificación de atributos de la Variable Población Económica Activa (Ganadería) .....	95
Cuadro N° 55: Calificación de atributos de la Variable Como obtiene materia prima (dentro su mismo centro poblado).....	96
Cuadro N° 56: Calificación de atributos de la Variable Como obtiene materia prima (en Huaraz) .....	96
Cuadro N° 57: Calificación de atributos de la Variable Donde se vende sus productos (dentro de su mismo centro poblado).....	97
Cuadro N° 58: Calificación de atributos de la Variable Donde se vende sus productos (fuera de su centro poblado) .....	97
Cuadro N° 59: Calificación de atributos de la Variable Acceso al crédito .....	98
Cuadro N° 60: Calificación de atributos de la Variable Tecnología Productiva (Artesanal) .....	98
Cuadro N° 61: Calificación de atributos de la Variable Tecnología productiva (Semindustrial).....	99
Cuadro N° 62: Calificación de atributos de la Variable Obras de apoyo a la producción .....	99
Cuadro N° 63: Calificación de atributos de la Variable Vivienda (Material: Tierra) .....	100
Cuadro N° 64: Calificación de atributos de la Variable Vivienda (Material: Concreto) .....	100
Cuadro N° 65: Calificación de atributos de la Variable Vías de comunicación (Carretera Afirmada) .....	101
Cuadro N° 66: Calificación de atributos de la Variable Vías de comunicación (Carretera Asfaltada) .....	101
Cuadro N° 67: Calificación de atributos de la Variable Infraestructura educativa (Nivel Educativo) .....	102
Cuadro N° 68: Calificación de atributos de la Infraestructura educativa (Cantidad de instituciones educativas) .....	102
Cuadro N° 69: Calificación de atributos de la Variable Infraestructura de salud .....	103
Cuadro N° 70: Calificación de atributos de la Variable Infraestructura de apoyo a la producción.....	103
Cuadro N° 71: Matriz Multicriterio N°1 relaciona Inundaciones (SM1) con Movimientos en Masa (SM2) .....	105
Cuadro N° 72: Matriz Multicriterio N°2 relaciona Matriz N°1 (M1) con Heladas (SM3).....	105
Cuadro N° 73: Matriz Multicriterio N°3 relaciona Matriz N°2 (M2) con Sequías (SM4) .....	105
Cuadro N° 74: Matriz Multicriterio de Riesgo Múltiple .....	106
Cuadro N° 75: Niveles de Peligros por Inundación .....	109
Cuadro N° 76: Niveles de Peligros por Movimientos de Masas.....	111
Cuadro N° 77: Niveles de Peligros por Heladas.....	113
Cuadro N° 78: Niveles de Peligros por Sequías .....	115
Cuadro N° 79: Niveles de Peligros Múltiples .....	118
Cuadro N° 80: Niveles de Unidades Sociales .....	121
Cuadro N° 81: Niveles de Actividades Económicas .....	123
Cuadro N° 82: Niveles de Infraestructura.....	124
Cuadro N° 83: Niveles del Submodelo de Vulnerabilidad Múltiple .....	125
Cuadro N° 84: Niveles del Modelo Semicuantitativo de Riesgo Múltiple .....	126

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Clasificación de Peligros.....	21
Figura N° 2 : Mapa de Ubicación del Distrito de San Marcos .....	40
Figura N° 3 : Columna Litoestratigráfica.....	45
Figura N° 4: Distribución de la Población según Grupo Etario.....	55
Figura N° 5: Población Económicamente Activa Ocupada por Sectores.....	56
Figura N° 6: Distribución de la Población Económicamente Activa .....	58
Figura N° 7: Diseño Físico de la Base de Datos en un SIG.....	62
Figura N° 8: Diseño Conceptual del Modelo Semicuantitativo de Riesgo Múltiple .....	63
Figura N° 9: Diseño Model Builder del Submodelo Peligros Múltiples.....	107
Figura N° 10 Modelo físico – lógico del Submodelo Vulnerabilidad Múltiple .....	108
Figura N° 11: Distribución porcentual de los niveles de peligro – SM1 Inundaciones.....	109
Figura N° 12: Distribución porcentual de los niveles de peligro - SM2 - Movimientos en Masa .....	111
Figura N° 13: Distribución porcentual de los niveles de peligro – SM3 - Heladas .....	113
Figura N° 14: Distribución porcentual de los niveles de peligro – SM4 - Sequías .....	115
Figura N° 15: Distribución porcentual de los niveles de peligro - Submodelo Peligros Múltiples .....	118
Figura N° 16: Distribución Porcentual del Submodelo auxiliar de Unidades Sociales .....	122
Figura N° 17: Distribución Porcentual del Submodelo auxiliar de Actividades Económicas .....	123
Figura N° 18: Distribución porcentual de Submodelo auxiliar de Infraestructura Física .....	124
Figura N° 19: Distribución porcentual de Submodelo auxiliar de Vulnerabilidad Múltiple .....	125
Figura N° 20: Distribución porcentual del Modelo de Riesgo Semicuantitativo Múltiple .....	126

## LISTA DE ANEXOS

*Anexo N° 01: Flujo de Modelamiento SIG del Modelo de Peligros Múltiples*

*Anexo N° 02: Flujo de Modelamiento SIG del Modelo de Vulnerabilidad Múltiple*

*Anexo N° 03: Diseño Lógico de la Base de Datos*

*Anexo N° 04: Diccionario Patrón de Base de Datos GIS*

*Anexo N° 05: Panel Fotográfico*

## LISTA DE MAPAS

NOMBRE DE MAPA	CÓDIGO	TAMAÑO
1. <i>Modelo Semicuantitativo de Riesgo Múltiple</i>	<i>01-D</i>	<i>A3</i>
2. <i>Submodelo de Peligros Múltiples</i>	<i>01-C</i>	<i>A3</i>
3. <i>Submodelo de Vulnerabilidad Múltiple</i>	<i>02-C</i>	<i>A3</i>
4. <i>Submodelo Auxiliar de Inundaciones</i>	<i>01-B</i>	<i>A3</i>
5. <i>Submodelo Auxiliar de Movimiento de Masas</i>	<i>02-B</i>	<i>A3</i>
6. <i>Submodelo Auxiliar de Heladas</i>	<i>03-B</i>	<i>A3</i>
7. <i>Submodelo Auxiliar de Sequías</i>	<i>04-B</i>	<i>A3</i>
8. <i>Submodelo Auxiliar Unidades Sociales</i>	<i>06-B</i>	<i>A3</i>
9. <i>Submodelo Auxiliar Actividades Económicas</i>	<i>07-B</i>	<i>A3</i>
10. <i>Submodelo Auxiliar Infraestructura</i>	<i>08-B</i>	<i>A3</i>
11. <i>Temático de Fisiografía</i>	<i>01-A</i>	<i>A3</i>
12. <i>Temático de Geología</i>	<i>02-A</i>	<i>A3</i>
13. <i>Temático de Geomorfología</i>	<i>03-A</i>	<i>A3</i>
14. <i>Temático de Pendiente</i>	<i>04-A</i>	<i>A3</i>
15. <i>Temático de Suelos</i>	<i>05-A</i>	<i>A3</i>
16. <i>Temático de CUM</i>	<i>06-A</i>	<i>A3</i>
17. <i>Temático de Zonas de Vida</i>	<i>07-A</i>	<i>A3</i>
18. <i>Temático de Cobertura Vegetal</i>	<i>08-A</i>	<i>A3</i>

## **ACRÓNIMOS Y SIGLAS**

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CENEPRED	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres
CEPAL	Centro de Planificación para América Latina y el Caribe
COFOPRI	Organismo de Formalización de la Propiedad Informal
ESRI	Environmental Systems Research Institute
EIRD	Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INGEMMET	Instituto Geológico Minero Metalurgico
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINEDU	Ministerio de Educación del Perú
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
ONERN	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
PCM	Presidencia del Consejo de Ministros
PDLC	Plan de Desarrollo Local Concertado
PDU	Plan de Desarrollo Urbano
PEA	Población Económica Activa
PLANAGERD	Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PREDES	Centro de Estudios y Prevención de Desastres
SIG	Sistema de Información Geográfica
SINAGERD	Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
SISFOH	Sistema de Focalización de Hogares
SQL	Structured Query Language.
UNISDR	Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres
UTM	Universal Transversal de Mercator
WGS84	World Geodetic System 1984

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. ANTECEDENTES**

En relación al desarrollo de metodologías anteriores en relación a la evaluación de riesgos se tiene:

- ✓ En el año 1984, Brab E. E. publicó un libro llamado “Innovative Approaches to Landslide Hazard and Risk Mapping”, el cual detalla un método para la evaluación del peligro relativo de deslizamientos de tierra. Su producto primario es un mapa de riesgos semicuantitativo que proporciona a los planificadores un método práctico y costo-efectivo para zonificar áreas susceptibles a deslizamientos. Este método puede ser utilizado tanto por planificadores como por los técnicos especialistas en deslizamientos. El planificador logrará un conocimiento operativo de los conceptos y consideraciones para incorporar la evaluación del peligro de deslizamientos al proceso de planificación, usando un nivel adecuado de evaluación para cada etapa del proceso, y así podrá formular las preguntas apropiadas al técnico especialista y preparar los términos de referencia que aseguren que se ha de obtener la información necesaria. El técnico especialista encontrará una revisión de los temas sobre el peligro de deslizamientos y lineamientos para realizar la zonificación de deslizamientos. Como frecuentemente es el caso en el manejo de peligros naturales, los estudios de planificación son el vínculo entre la información científica y el proceso general de planificación para el desarrollo.
- ✓ En el año 2008 el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) de El Salvador desarrolló un manual instructivo para la evaluación de riesgos naturales denominado: “Instrumentos de Apoyo para el Análisis y la Gestión de Riesgos Naturales. Con este manual se ha pretendido proporcionar a los especialistas algunas pautas acerca de la metodología a desarrollar para la realización de análisis cualitativos y cuantitativos de riesgos dirigidos a un uso técnico administrativo en las municipalidades; además brinda criterios muy básicos y fáciles de aplicar para la identificación, tipificación y caracterización de las amenazas. El énfasis está en los peligros asociados a terrenos inestables, inundaciones y procesos torrenciales; sin embargo se proporcionan también, aunque a manera general, indicaciones para la realización de evaluaciones de amenazas asociadas a otros fenómenos naturales como son el volcanismo y la sismicidad, obviando otros eventos potencialmente peligrosos como los meteorológicos, entre los que están huracanes, tormenta eléctrica (rayos), incendios y sequías.
- ✓ En el año 2011 el UNU - ITC School on Disaster Geo-information Management de Holanda, publica un manual denominado “Multi-hazard risk assessment”, donde se da una serie de pautas metodológicas para la evaluación de riesgo tanto cualitativa, semicuantitativa y cuantitativamente. Para la evaluación semicuantitativa el ITC plantea el uso del método de la “Caja Gris” que se base en modelos físicos. Sugiere el uso del SIG como herramienta para modelizar, debido que se mediante este sistema se puede utilizar una mayor variedad

de técnicas de análisis, debido a la velocidad de cálculos y a que las técnicas complejas se abstraen en la superposición de un gran número de mapas. La EIRD considera este manual como el más acertado para poder evaluar y estimar los riesgos de desastres. Sobre esta investigación Wei Liang particularizó el método semicuantitativo y realizó la investigación denominada: “The Semi-quantitative evaluation method and application of the risks of geological disaster of the Shaan–Jing pipeline” en el año 2014 en China, la cual está orientada a la determinación del riesgo geológico de forma semicuantitativa.

- ✓ En el Perú, en el año 2013, el CENEPRED elaboró el “Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales”, que orienta una serie de procedimientos para la evaluación de riesgos a nivel cuantitativo, que permitan establecer medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres y favorezcan la adecuada toma de decisiones por parte de las autoridades competentes de la gestión del riesgo.

En relación a estudios locales relacionados a la evaluación de riesgos en el distrito, se tiene:

- ✓ En el año 2008 se elaboró el PDU de la Ciudad de San Marcos 2008-2015, el cual identifica que en dicha ciudad se tiene tres áreas de alto riesgo de desastres naturales, principalmente ocasionado por movimientos en masa, a causa de saturación del suelo y por la inadecuada construcción de las edificaciones. El plan plantea propuestas en base al diagnóstico obtenido en el aspecto sociocultural, urbano, económico y ambiental. Dentro de esta última contempla la propuesta de disminuir la vulnerabilidad de la ciudad de San Marcos ante la inestabilidad de los suelos, sin embargo resulta limitada al no considerar más factores de riesgos ni la forma correcta de evaluarlos.
- ✓ También se diseñó el PDLC 2007-2021 del Distrito de San Marcos, el cual consta de 4 ejes. Precisamente el eje N°4 referente a “Infraestructura vialidad, energía y comunicaciones” presenta al “Ordenamiento físico-espacial de la ciudad para el desarrollo de las actividades económicas y sociales de manera armónica, ecológica y sostenible”, en donde uno de sus objetivos estratégicos es “Prevenir daños y riesgos naturales y ecológicos”. Esta perspectiva resulta insuficiente frente a la problemática que involucra al distrito.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente el planeta se encuentra enfrentando una serie de desastres, cada vez mayores, producto de los desastres ocasionados por fenómenos naturales, esto es, debido a que muchos factores espontáneos que causan un aumento en la vulnerabilidad de la sociedad se combinan con el incremento de las amenazas naturales producto del cambio climático.

Se estima que un tercio de los ciudadanos de Latinoamérica vive en zonas altamente expuestas a peligros naturales (BID, 2013), entre los cuales se encuentra nuestro país, pues posee características geográficas que incrementan la probabilidad de sufrir daños y producir pérdidas a causa de los desastres, tales como, su ubicación en el borde oriental del Cinturón de Fuego del

Océano Pacífico; o la presencia de la Cordillera de los Andes, lugar donde confluyen una serie de características ambientales, geológicas, hidrometeorológicas, que constituyen los factores condicionantes la generación de fenómenos naturales; entre otros.

En nuestro país, se estima que entre el 50 y 75% de las pérdidas económicas causadas, se debieron a una mala gestión, al mal diseño, evaluación y zonificación de los niveles de riesgo. (MINAM, 2011)

En la sierra del país, más exactamente en el Callejón de Conchucos, se encuentra el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Ancash; el cual actualmente cuenta con 15 136 habitantes (*Estimación al 2014, Censo Nacional 2007 XI de Población y VI de Vivienda*), de los cuales el 27.5% corresponde a la población urbana y el 72.5% corresponde a la población rural. Este distrito no es ajeno a esta problemática relacionada al impacto que generan los fenómenos naturales. Estudios realizados por *ONERN (1975)* e *INGEMMET (2009)*, concluyen que el callejón de Conchucos principalmente está expuesto a la ocurrencia de fenómenos de origen natural, tales como los sismos, las inundaciones, los movimientos en masa, las sequías y las heladas. Se suma acciones a esto el actual crecimiento demográfico desordenado, el desconocimiento de la población en prevención y reducción de riesgos y la falta de incorporación de la temática de riesgos en la planificación a escala local y regional.

## **PROBLEMATIZACIÓN**

La ausencia de una metodología para la Evaluación Semicuantitativa de Riesgo de Desastres originados por fenómenos naturales.

### **1.3. HIPÓTESIS**

La elaboración de una metodología semicuantitativa para la Evaluación de Riesgos de Desastres, permitirá generar información necesaria de los riesgos existentes y plantear acciones de prevención y reducción del impacto de los desastres en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Ancash.

### **1.4. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS**

#### **a) OBJETIVO GENERAL**

Proponer una metodología para evaluar semicuantitativamente los principales riesgos de desastres originados por fenómenos naturales, con fines de ordenamiento territorial, en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Ancash.

#### **b) OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Evaluar los peligros, vulnerabilidad y riesgos existentes en la zona de estudio y conceptualizar el modelo cartográfico.

2. Estandarizar criterios técnicos de calificación y ponderación de la evaluación de los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad, utilizando la metodología semicuantitativa y el análisis heurístico.
3. Elaborar una matriz de valoración semicuantitativa que permita establecer los niveles de peligrosidad, vulnerabilidad, riesgos, aplicados en la zona de estudio.
4. Usar geotecnologías para el diseño de base de datos geoespacial y el modelamiento cartográfico para la determinación de los niveles de riesgo.
5. Elaborar un mapa de zonificación de niveles de riesgo, en función al grado de peligros y vulnerabilidades múltiples.
6. Proponer acciones para la reducción del riesgo de desastres en el distrito de San Marcos, incorporando la dimensión de la Ordenación del Territorio.
7. Contribuir a la formación integral de los alumnos de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geográfica, haciendo constituir la presente metodología, como un apoyo para futuras investigaciones relacionadas a la evaluación de riesgos.

### **1.5. IMPORTANCIA**

La presente investigación constituye un aporte metodológico para la determinación de niveles de riesgo y un apoyo para la elaboración de planes específicos como son los planes de prevención y reducción de riesgo de desastres (Ley N°29664); mediante la evaluación de riesgos se espera identificar actividades para reducir los riesgos existentes.

Los resultados serán insumo base para la planificación y ordenamiento territorial, pues servirá de apoyo para la sustentación de la formulación de proyectos de inversión pública a cargo de la Municipalidad Distrital de San Marcos, siendo el principal beneficiado el poblador sanmarquino.

### **1.6. JUSTIFICACIÓN**

La zona de estudio carece de una metodología adecuada para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, cuyo resultado puede ser un instrumento base para futuros planes de prevención y reducción de riesgo de desastres, los que a su vez son apoyo para el ordenamiento territorial. A pesar de contar con altos ingresos económicos productos del canon minero no se han desarrollado instrumentos de gestión y metodología eficiente de evaluación de los riesgos naturales del distrito.

Con la presente investigación se quiere generar un eje principal de partida para la toma de decisiones por parte de instituciones y autoridades en el manejo adecuado de zonas de riesgos lo que generaría mejora en las actividades y calidad de vida de la población.



## II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

### 2.1. CONCEPTOS RELACIONADOS A LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

#### 2.1.1. EVALUACIÓN DEL RIESGO

La Evaluación del Riesgo (Risk Assessment) se define como el proceso técnico, que permite identificar y caracterizar los peligros, analizar las vulnerabilidades y determinar los niveles de riesgos asociados a una zona de estudio en una escala determinada, según el tipo y método de evaluación. Este proceso se realiza para lograr un desarrollo sostenido mediante una adecuada toma de decisiones en la Gestión de Riesgo de Desastres (ITC, 2011).

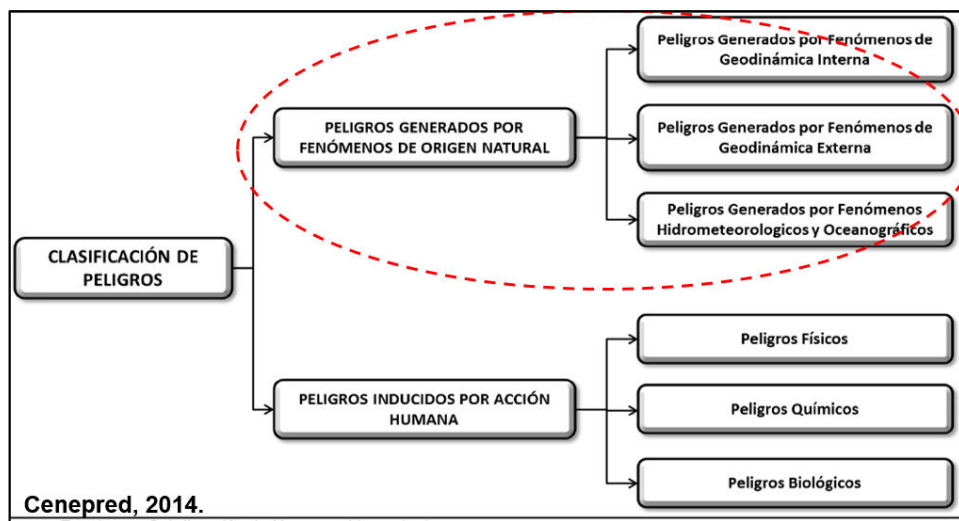
El CENEPRED define a la Evaluación de Riesgos como un componente de la Estimación de Riesgos, que permite calcular los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, calculando y recomendando medidas de prevención y reducción de riesgo de desastres.

#### a) Peligro

Es la probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos.

El CENEPRED en su Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, considera que el peligro, según su origen, puede ser de dos clases: los generados por fenómenos de origen natural; y, los inducidos por la acción humana. Para fines de esta investigación solo se ha considerado los Peligros Generados por Fenómenos de Origen Natural.

**Figura N° 1: Clasificación de Peligros**



Fuente: Cenepred, 2014

La identificación de peligros es el conjunto de actividades de localización, estudio y vigilancia de peligros y su potencial de daño, que forma parte del proceso de evaluación del riesgo.

#### **b) Vulnerabilidad**

Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividad socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. La vulnerabilidad está en función a tres factores:

- **Exposición:** Está relacionado con las decisiones y prácticas que ubican una unidad social y su estructura o actividad económica cerca de zonas de influencia de un fenómeno natural peligroso. *(UNISDR, 2009)*.
- **Resiliencia:** La capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas. *(UNISDR, 2009)*.
- **Fragilidad:** Está referida al nivel de resistencia y protección frente al impacto de un peligro, es decir, las condiciones de desventaja o debilidad relativa de una unidad social por las condiciones socioeconómicas. *(UNISDR, 2009)*.

El Análisis de la Vulnerabilidad es el proceso mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia, de la población y de sus medios de vida. *(Ley 29664)*

#### **c) Riesgo**

Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro. *(CENEPRED, 2013)*.

El nivel de riesgo es la resultante de la interacción de los factores peligrosidad y vulnerabilidad, los cuales mantienen ciertas características especiales y espaciales, y según el tipo de evaluación a realizar y método de análisis se estratifican estos niveles. *(ITC, 2011)*

### **2.1.2. TIPOS DE EVALUACIÓN DE RIESGO**

#### **a) Evaluación Cualitativa**

Esta evaluación implica el conocimiento de peligros, de los elementos expuestos y de sus vulnerabilidades basado en la experiencia y observaciones de campo debido a la inexistencia de información (registros históricos, estadísticos, estudios técnicos, etc.) del fenómeno de origen natural sobre el área geográfica de estudio. *(CENEPRED, 2013)*. Esta evaluación expresa el riesgo en términos de niveles bajo, medio, alto y muy alto. *(ITC, 2011)*.

**b) Evaluación Semicuantitativa**

Esta evaluación implica el conocimiento de peligros, de los elementos expuestos y de sus vulnerabilidades basado en estudios técnicos anteriores (estudios de suelos, estudio de los ecosistemas, etc.) que tienen relación directa o indirecta con el fenómeno de origen natural y/o el área geográfica de estudio, así como su escala de trabajo (no detallada) que pueden ser incorporados en el informe de evaluación de riesgos por su utilidad. (CENEPRED, 2013). Esta evaluación expresa el riesgo a través de Índices de riesgo que a menudo oscilan entre 0 y 1 ó 0 a 100 reflejados en niveles bajo, medio, alto y muy alto.

En el enfoque semicuantitativo se considera un número de factores que tienen una influencia sobre el riesgo. También, se tiene en cuenta los rangos de puntuación y configuraciones para cada factor que puede utilizarse para evaluar el grado en que ese factor es favorable o desfavorable a la aparición de riesgo. Finalmente, la matriz de riesgos se utiliza para obtener un riesgo clasificado según valores. (ITC, 2011).

**c) Evaluación Cuantitativa**

Esta evaluación implica el conocimiento preciso de los peligros, de los elementos expuestos y de sus vulnerabilidades, basado en información del ámbito geográfico de estudio (escala de trabajo adecuada) debido a la ejecución de diversos estudios técnicos in situ (estudios de suelos, inventarios de fenómenos, estudios geológicos, estudios hidrometeorológicos, mediciones instrumentales de campo, etc.) que genera información actualizada (uso de análisis estadísticos y probabilísticos, etc.) que ayuda al conocimiento de los peligros, las vulnerabilidades y los riesgos. Esto con participación de las entidades técnico científicas y el gobierno local competente. (CENEPRED, 2013). Esta evaluación expresa el riesgo en probabilidades o pérdidas esperadas. (ITC, 2011).

**2.1.3. FORMAS DE EVALUACIÓN DEL RIESGO**

**a) Análisis Heurístico**

El análisis heurístico, según Van Westen, (1997) es el más subjetivo de todos ya que un especialista es el que decide el tipo o grado de riesgo para una zona en cuestión, utilizando la asignación directa o indirecta. Así, dos tipos de análisis heurísticos pueden distinguirse: (1) el *análisis geomorfológico* y, (2) la *combinación cualitativa de mapas*. En el primero, conocido también como método de cartografía directa, el grado de susceptibilidad del terreno es determinado directamente en el campo en base al conocimiento y experiencia del investigador. Los criterios aplicados son, por lo tanto, difíciles de definir, ya que varían según el sitio estudiado (Segura, 2009). En el segundo, se busca superar el problema de los “criterios ocultos” del análisis geomorfológico. En éste método, el científico usa su criterio experto para asignar pesos (valores que representan un determinado grado de importancia) a una serie de mapas parámetro (mapas de factores condicionantes que se consideran relacionados con la ocurrencia de movimientos de

laderas). Tales factores se suman de acuerdo con éstos pesos, dando como resultado valores de susceptibilidad que pueden ser agrupados en categorías o clases. El ITC de Holanda recomienda la aplicación de este análisis en la evaluación cualitativa y semicuantitativa de riesgos a escalas locales (distritales).

#### **b) Análisis Determinístico**

El análisis determinístico busca eliminar la subjetividad cuantificando los grados de riesgo en valores absolutos, como por ejemplo a través del factor de seguridad (Safety Factor) (Barredo, 2000). Una gran ventaja de éste método es el alto grado de simplificación, principalmente para mapeos de escala media y regional, debido a la gran variabilidad de los parámetros geotécnicos. De ésta forma, el desempeño del método depende totalmente de la calidad y cantidad de los datos colectados (Van Westen, 1997). Según Dai And Lee (2002), éste tipo de abordaje debe ser empleado cuando las condiciones del terreno son relativamente uniformes y la tipología de los procesos de remoción en masa es bien conocida y fácilmente analizable.

#### **c) Análisis Estadístico**

Según Van Westen et (1997) y ITC et al., (2011), el método estadístico tiene como principio la búsqueda de relaciones entre los factores condicionantes de inestabilidad (tales como litología, cobertura vegetal, uso del suelo, pendientes, etc.) y la distribución de los procesos de remoción en masa antiguos y recientes de un paisaje. A partir de la combinación estadística de éstos factores se determinan los grados de riesgo, asumiendo que los factores que causan inestabilidad para determinadas áreas serán los mismos que podrían generar movimientos futuros. Esta técnica, se divide en dos análisis estadísticos principales: (1) Análisis Multivariado (considera para cada unidad, polígono o píxel, la presencia o ausencia de movimientos de laderas generándose una matriz de datos que es analizada en un soporte estadístico mediante regresión múltiple, análisis discriminante, etc.) y, (2) Análisis Bivariado (considera el peso de cada clase y de cada parámetro de análisis utilizando técnicas de inferencia como por ejemplo, Lógica difusa o Fuzzy e Inferencia Bayesiana). Según Van Westen (1997) la confiabilidad del método depende de la calidad y cantidad de los datos.

### **2.1.4. GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES**

Según la Ley 29664, la Gestión del Riesgo de Desastres es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible.

La Gestión del Riesgo de Desastres está basada en la investigación científica y de registro de informaciones, y orienta las políticas, estrategias y acciones en todos los niveles de gobierno y de

la sociedad con la finalidad de proteger la vida de la población y el patrimonio de las personas y del Estado.

A continuación se menciona los tipos de Gestión de Riesgo:

**a) Gestión Prospectiva**

Es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el fin de evitar y prevenir la conformación del riesgo futuro que podría originarse con el desarrollo de nuevas inversiones y proyectos en el territorio.

**b) Gestión Correctiva**

Es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el objeto de corregir o mitigar el riesgo existente.

**c) Gestión Reactiva**

Es el conjunto de acciones y medidas destinadas a enfrentar los desastres ya sea por un peligro inminente o por la materialización del riesgo.

#### **2.1.5. PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO**

La Ley 29664 define el proceso de Prevención del Riesgo comprende las acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible. El proceso de Reducción del Riesgo comprende las acciones que se realizan para reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.

Un Plan de Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres es un plan operativo específico dirigido a identificar actividades y proyectos que eviten la generación de nuevos riesgos y reduzcan los riesgos existentes. La elaboración de este plan considera el marco normativo y conceptual, la identificación de los peligros, el análisis de vulnerabilidades, el cálculo de los niveles de riesgo y las medidas de control, así como los factores limitantes y las potencialidades para la implementación de los procesos de prevención y reducción de riesgo de desastres (*CENEPRED, 2013*).

#### **2.1.6. ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

El Ordenamiento Territorial es una política de Estado, un proceso político y técnico administrativo de toma decisiones concertadas con los actores sociales, económicos, políticos y técnicos, para la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio, la regulación y promoción de la localización y desarrollo sostenible de los asentamientos humanos; de las actividades económicas, sociales y el desarrollo físico espacial sobre la base de la identificación de potencialidades y limitaciones, considerando criterios ambientales, económicos, socioculturales, institucionales y geopolíticos. Asimismo, hace posible el desarrollo integral de la persona como garantía para una adecuada calidad de vida (*Resolución Ministerial N° 026-2010-MINAM*).

## **2.1.7. INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

Integrar la perspectiva de riesgo a los procesos de ordenamiento territorial es condición irrenunciable, sobre todo en nuestro país, cuya localización y características geográficas lo enfrentan continuamente a fenómenos naturales de diversa índole que muchas veces exceden la capacidad de respuesta de nuestra sociedad, aumentando la probabilidad de situaciones adversas. La integración de esta perspectiva a los procesos de planificación y ordenamiento del territorio permitirá a la institucionalidad pública en general y a los gobiernos regionales en particular contribuir a alcanzar metas de sustentabilidad en los procesos de desarrollo. Así, los territorios podrán anticiparse mejor a escenarios de riesgo, lo cual junto a la preparación y ejecución de programas, proyectos y asignación de recursos para la prevención, mitigación y recuperación ante desastres atenuará los consecuentes costos sociales y económicos. (Flores, 2011).

## **2.2. CONCEPTOS RELACIONADOS A LOS SIG Y PROCESO DE MODELAMIENTO**

### **2.2.1. CARTOGRAFÍA**

Es la ciencia encargada de la preparación de todo tipo de mapas y cartas, incluyendo cada operación desde el planeamiento hasta la impresión final de los mapas. Esto significa que la cartografía comprende la elaboración completa de mapas, es decir, geodesia, topografía, fotogrametría, compilación y reproducción (Roggero, V.).

### **2.2.2. MAPA**

Representación gráfica de información geográfica. Incluye datos geográficos del mapa (una o más capas) y otros elementos del mapa como un título, flecha de Norte, leyenda, barra de escala, etc. En un mapa se puede visualizar y consultar interactivamente los datos geográficos y posteriormente prepararlo para imprimir (Bosque, J).

### **2.2.3. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

Es una herramienta empleada en la recopilación, selección, automatización, recuperación, análisis de datos numéricos y gráficos, y su aplicación de los mismos en base de modelos lógicos y descriptivos por medio de superposición de mapas, medición de distancias y localización de áreas de influencias.

También se define como un sistema de hardware, software y procedimientos analíticos que integra modernas técnicas de mapeo computarizado con potentes operadores analíticos de base de datos geográficos o espaciales, capaces de efectuar consultas y transformaciones sobre el espacio constituyéndose en una herramienta versátil, eficiente y oportuna para el planeamiento regional urbano-rural y la toma de decisiones.

Los SIG tienen en común una ubicación geográfica para el registro de la información. El Sistema de coordenadas pueden ser parte de la red geográfica del mundo, como suele ocurrir

frecuentemente, puede pertenecer a otra clase de reticulado nacional o local configurado dentro del sistema geográfico del mundo (Tomlinson, R).

#### **2.2.4. BASE DE DATOS SIG**

Es una serie de capas de información espacial en formato digital, que representan diversas variables (formato ráster), o bien capas que representan objetos (formato vectorial) a los que corresponden varias entradas en una base de datos enlazada (Tomlinson, R).

#### **2.2.5. REPRESENTACIÓN DE DATOS ESPACIALES**

La mayoría de los elementos que existen en la naturaleza pueden ser representados mediante formas geométricas (puntos, líneas o polígonos, esto es, vectores) o mediante celdillas con información (ráster). Son formas intuitivas y versátiles de ilustrar el espacio, que ayudan a comprender mejor los elementos objeto de estudio según su naturaleza.

En función de la forma de representar el espacio de la que hacen uso podemos clasificar los SIG en dos grandes modelos o formatos:

##### **a) Formato Ráster**

Este formato divide el espacio en un conjunto regular de celdillas, cada una de estas celdillas contiene un número que puede ser el identificador de un objeto (si se trata de una capa que contiene objetos) o del valor de una variable (si la capa contiene esta variable).

##### **b) Formato Vectorial**

Los diferentes objetos se representan como puntos, líneas o polígonos. La representación de puntos o líneas es inmediata, sin embargo al representar polígonos aparecen dos situaciones diferentes: representación en superficies o en entidades. (Alonso, 2006).

#### **2.2.6. ANÁLISIS ESPACIAL**

Comprende el conjunto de procesamiento utilizados para abordar el estudio de la estructura y las relaciones territoriales, a partir del conocimiento de la posición y características de las entidades geográficas de las variables involucradas. Es la funcionalidad más poderosa de un SIG. El análisis espacial es útil para evaluar la conveniencia y capacidad, para estimar, interpretar y entender. Existen cuatro tipos tradicionales de análisis espacial: los recubrimientos topológicos y análisis de contigüidad, el análisis de superficie, el análisis lineal y el análisis ráster (Tomlinson, R).

#### **2.2.7. CONSULTA ESPACIAL**

Proceso de selección de un subconjunto de un área de estudio según ciertas características espaciales. El subconjunto puede usarse para informes, estudios adicionales o análisis. Las consultas espaciales se suelen implementar por selección de un elemento específico o por dibujo de una gráfica alrededor de un conjunto de elementos (Korte, G).

#### **2.2.8. CONSULTA DE ATRIBUTOS**

Proceso de determinación de un subconjunto de elementos para su estudio posterior, el cual se basa en preguntas sobre atributos. Se suelen implementar usando un dialogo que ayuda a formular la pregunta o usando un lenguaje especial de consulta, tal como el lenguaje estructurado de consultas (SQL) (Korte, G).

#### **2.2.9. GEOPROCESAMIENTO**

Es cualquier operación SIG usada para manipular los datos. Una operación típica de geoprocésamiento toma unos datos de entrada y devuelve el resultado de la operación como datos de salida, también conocidos como datos derivados (Tomlinson, R).

#### **2.2.10. MODELO GEOESPACIAL**

Es la combinación de las herramientas de geoprocésamiento de datos y herramientas (conjunto de procedimientos y reglas) que se ejecutan en forma secuencial para proporcionar el resultado del análisis. Un modelo se puede entender como una abstracción y descripción de la realidad para representar objetos, procesos o eventos, el cual permite simular un suceso del mundo real, lo que facilita la comprensión del comportamiento del fenómeno estudiado y posibilita predecir posibles resultados en función de los datos de entrada utilizados (Tomlinson, R).

#### **2.2.11. MODELAMIENTO CARTOGRÁFICO**

El modelamiento cartográfico es un conjunto de operaciones de análisis y comandos interactivos utilizando mapas que actúan como una superposición, cuyo fin es procesar decisiones de tipo espacial. La realidad está representada en mapas y el modelamiento está orientado a procesos y no a productos.

#### **2.2.12. CATEGORÍAS DE UN MODELO**

##### **a) Modelo Conceptual**

Es la conceptualización de la realidad por medio de la definición de objetos de la superficie de la tierra (entidades) con sus relaciones espaciales y características (atributos) que se representan en un esquema describiendo esos fenómenos del mundo real. Para obtener el modelo conceptual, el primer paso es el análisis de la información y los datos que se usan y producen en la empresa que desarrolla SIG; el segundo paso es la determinación de las entidades y los atributos con las relaciones que aquellas guardan, de acuerdo con el flujo de información de los diferentes procesos que se llevan a cabo en la empresa (Pantigoso, H).

##### **b) Modelo Físico**

Es la implementación del modelo conceptual y lógico en el programa o software seleccionado y equipos en que se vaya a trabajar y por eso se realiza de acuerdo con sus propias especificaciones. El modelo físico determina en qué forma se debe de almacenar los datos,



cumplimiento con las restricciones y aprovechando las ventajas del sistema específico a utilizar (Pantigoso, H).

**c) Modelo Lógico**

Es el diseño detallado de las bases de datos que contendrán la información alfanumérica y los niveles de información gráfica que se capturan, con los atributos que describen cada entidad, identificadores, conectores, tipo de dato (numérico o carácter) y su longitud; además, se define la geometría (punto, línea o polígono) de cada una de ellas (Pantigoso, H).

**2.2.13. TIPOS DE MODELOS**

**a) Modelo Descriptivo**

Este modelo presenta información directamente de los patrones y distribuciones de rasgos o elementos espaciales. Dicho modelo no conduce a recomendaciones. Su análisis es limitado, cuyo propósito es recuperar, presentar información espacial, básicamente es la elaboración de un mapa (Tomlinson, R).

**b) Modelo de Simulación**

El presente modelo trata de crear escenarios ficticios o potencialmente reales simulando un fenómeno complejo de la naturaleza o los que estiman que puedan suceder bajo ciertas condiciones. Requiere de un alto grado de experiencia técnica y varía en el grado de estar relacionado a un SIG. Una vez generado un modelo de simulación éste puede ser utilizado para evaluar diferentes características de los datos (Tomlinson, R).

**c) Modelo de decisión y/o predictivo**

Dicho modelo, es una técnica SIG de gran potencial, trata de generar escenarios futuros de acuerdo a tendencias o modelamiento estadístico a partir de datos de ocurrencia histórica y reales. Se analiza la forma como intervienen los factores en el tiempo, cómo están asociados e identifica que factores son adecuados en el proceso de la solución de un problema (Tomlinson, R).

**2.2.14. ARCGIS**

Es un software SIG diseñado por la empresa californiana Environmental Systems Research Institute (ESRI) para trabajar a nivel multiusuario. Representa la evolución constante de estos productos, incorporando los avances tecnológicos experimentados en la última década en el área de la información y telecomunicaciones para capturar, editar, analizar, diseñar, publicar en la web e imprimir información geográfica (Bosque, J).

**a) ArcMap**

Es la aplicación central del ArcGIS. Este módulo Permite visualizar, consultar, editar y realizar análisis sobre los datos en un entorno de visualización, edición y presentación (preparación de salidas gráficas) totalmente integrado. Además posee un potente entorno de análisis con

generación de buffer, selecciones espaciales, por atributos, análisis de redes y otras funcionalidades disponibles directamente desde la interfaz (Bosque, J).

**b) ArcCatalog**

La aplicación ArcCatalog proporciona una ventana con un catálogo que se utiliza para organizar y administrar varios tipos de información geográfica de ArcGIS Desktop. ArcCatalog presenta esta información en una vista de árbol, y le permite seleccionar un elemento SIG, ver sus propiedades y acceder a las herramientas con las que realizar operaciones en los elementos seleccionados. (ESRI, 2015).

**c) ArcToolBox**

Es una aplicación que aparece integrada dentro del ArcCatalog y ArcMap, es un conjunto de herramientas que permiten convertir archivos desde y hacia otros formatos, así como realizar análisis complejos, gestionar proyecciones y realizar otras operaciones relativas a la geometría de los datos y a sus tablas asociadas. Así mismo permite añadir herramientas propias personalizadas a partir de ficheros ejecutables (\*.exe) o librerías dinámicas (\*.dll), también, se pueden crear listas de tareas (procesos batch), y ejecutar las mismas en forma remota (aprovechando el entorno de trabajo de Windows) (Bosque, J).

**d) File Geodatabase**

Utiliza un formato propietario de ESRI, que integra los datos en un único directorio o carpeta. Ofrece mejor rendimiento que la geodatabase personal, almacena hasta 1Tb por Dataset y es multiplataforma. Consultable por varios usuarios en modo de solo lectura en forma simultánea. Un Feature Class es un componente de la Geodatabase que agrupa datos que tienen una misma geometría, atributos y referencia espacial (se incluyen la anotaciones, que son un tipo especial de entidades). Los Feature Class pueden existir en forma independiente dentro de la Geodatabase, o pueden agruparse dentro de un Feature Dataset (Rigaux, P).

**e) Proyecto o Documento de Mapa (\*.mxd)**

No es un archivo de datos espaciales, simplemente contiene en su interior la ruta y las características de visualización de cada una de las capas a las que hace referencia (colores, símbolos, tramas, grosor de línea, etc.) del agregado de imágenes y datos del mapa y las especificaciones de la vista de diseño del mapa final (Bosque, J).

**f) Model Builder**

Es la herramienta diseñada para construir modelos en ArcGIS. Se inicia como una ventana vacía a la cual se van incorporando los datos y las herramientas que permiten establecer la secuencia de un análisis (Tomlinson, R).

## **2.3. CONCEPTOS RELACIONADOS AL MARCO METODOLÓGICO**

### **2.3.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **a) Exploratoria**

Son las investigaciones que pretenden dar una visión general, de tipo aproximativo, respecto a una determinada realidad. Este tipo de investigación se realiza especialmente cuando el tema elegido ha sido poco explorado y reconocido, y cuando más aún, sobre él, es difícil formular hipótesis precisas o de cierta generalidad. *(La Calle, J).*

Se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Si la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas o ampliar las existentes. Los estudios exploratorios sirven para familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos. *(Cortés Cortés, M)*

#### **b) Explicativa**

Los estudios explicativos pretenden conducir a un sentido de comprensión o entendimiento de un fenómeno. Apuntan a las causas de los eventos físicos o sociales. Por lo tanto, están orientados a la comprobación de hipótesis causales de tercer grado; esto es, identificación y análisis de las causales (variables independientes) y sus resultados, los que se expresan en hechos verificables (variables dependientes). *(La Calle, J).*

Este tipo de investigación va más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos, están dirigidos a responder a las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales. Las investigaciones explicativas son más estructuradas que las demás clases de estudios e implican los propósitos de ellas. *(Cortés Cortés, M)*

#### **c) Descriptiva**

El propósito del investigador es describir situaciones y eventos. Esto es, decir cómo es y se manifiesta determinado fenómeno. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. Desde el punto de vista científico, describir es medir. *(La Calle, J).*

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Describen situaciones, eventos o hechos, recolectando datos sobre una serie de cuestiones y se efectúan mediciones sobre ellas, buscan especificar propiedades, características

y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Estos estudios presentan correlaciones muy incipientes o poco elaboradas. *(Cortés Cortés, M)*

#### **d) Correlacional**

Este tipo de estudio descriptivo tiene como finalidad determinar el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables. Estas relaciones se establecen dentro de un mismo contexto, y a partir de los mismos sujetos en la mayoría de los casos. Por ejemplo, un estudio correlacional puede intentar determinar si individuos con una puntuación alta en una variable también tiene puntuación alta en una segunda variable y si individuos con una baja puntuación en una variable también tienen baja puntuación en la segunda. Estos resultados indican una relación positiva. *(La Calle, J).*

Los estudios correlacionales tienen como propósito evaluar la relación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables. En el caso de estudios correlacionales cuantitativos se mide el grado de relación entre dos o más variables que intervienen en el estudio para luego medir y analizar esas correlaciones y evaluar sus resultados. La utilidad principal de los estudios correlacionales cuantitativos sin saber cómo se puede comportar un concepto o una variable conociendo el comportamiento de otras variables relacionadas. *(Cortés Cortés, M)*

### **2.3.2. TIPOS DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN NO EXPERIMENTAL**

#### **a) Transversal**

Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede. *(La Calle, J).*

#### **b) Longitudinal**

El interés es analizar a través del tiempo en determinadas variables o en las relaciones entre estas. En estos estudios, se recolectan datos a través del tiempo en puntos o periodos especificados, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. *(La Calle, J).*

### **2.3.3. TIPOS DE MUESTREO**

#### **a) Probabilístico**

Los métodos de muestreo probabilísticos son aquellos que se basan en el principio de equiprobabilidad. Es decir, aquellos en los que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra y, consiguientemente, todas las posibles muestras de tamaño  $n$  tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas. Sólo estos métodos de muestreo probabilísticos nos aseguran la representatividad de la muestra extraída y son, por tanto, los más recomendables:

➤ **Muestreo aleatorio simple**

El procedimiento empleado es el siguiente: 1) se asigna un número a cada individuo de la población y 2) a través de algún medio mecánico (bolas dentro de una bolsa, tablas de números aleatorios, números aleatorios generados con una calculadora u ordenador, etc.) se eligen tantos sujetos como sea necesario para completar el tamaño de muestra requerido. *(La Calle, J).*

➤ **Muestreo aleatorio sistemático**

Este procedimiento exige, como el anterior, numerar todos los elementos de la población, pero en lugar de extraer  $n$  números aleatorios sólo se extrae uno. Se parte de ese número aleatorio  $i$ , que es un número elegido al azar, y los elementos que integran la muestra son los que ocupa los lugares  $i, i+k, i+2k, i+3k, \dots, i+(n-1)k$ , es decir se toman los individuos de  $k$  en  $k$ , siendo  $k$  el resultado de dividir el tamaño de la población entre el tamaño de la muestra:  $k = N/n$ . El número  $i$  que empleamos como punto de partida será un número al azar entre 1 y  $k$ . *(La Calle, J).*

➤ **Muestreo aleatorio estratificado**

Es frecuente que cuando se realiza un estudio interese estudiar una serie de subpoblaciones (estratos) en la población, siendo importante que en la muestra haya representación de todos y cada uno de los estratos considerados. El muestreo aleatorio simple no nos garantiza que tal cosa ocurra. Para evitar esto, se saca una muestra de cada uno de los estratos. *(La Calle, J).*

➤ **Muestreo aleatorio por conglomerados:**

En el muestreo por conglomerados la unidad muestral es un grupo de elementos de la población que forman una unidad, a la que llamamos conglomerado. Las unidades hospitalarias, los departamentos universitarios, una caja de determinado producto, etc., son conglomerados naturales. *(La Calle, J).*

**b) No Probabilístico**

A veces, para estudios exploratorios, el muestreo probabilístico resulta excesivamente costoso y se acude a métodos no probabilísticos, aun siendo conscientes de que no sirven para realizar generalizaciones (estimaciones inferenciales sobre la población), pues no se tiene certeza de que la muestra extraída sea representativa, ya que no todos los sujetos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos. En general se seleccionan a los sujetos siguiendo determinados criterios procurando, en la medida de lo posible, que la muestra sea representativa.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. UBICACIÓN**

El distrito de San Marcos se ubica dentro de la provincia de Huari, la cual está localizada en el sector oriental de la Región Ancash, al este de la Cordillera Blanca, en el Callejón de Conchucos. Se extiende sobre una superficie aproximada de 556.75 km<sup>2</sup>, que corresponde al 20.4% del área total de la provincia. Geográficamente se sitúa entre los 9°50'28" y 9°25'42" de Latitud Sur; y entre los 77°12'8" y 77°58'30" de Longitud Oeste.

#### **3.2. MATERIALES**

##### **a) MATERIAL CARTOGRÁFICO**

1. Carta Nacional, escala 1:100 000, IGN, Cuadrángulos 19-i, 20-i, 20-j
2. Carta Geológica, escala 1:100 000, INGEMMET. Cuadrángulos 19-i, 20-i, 20-j
3. Mapa de Capacidad de Uso Mayor de Suelos, escala 1:25000. Antamina, 2010
4. Mapa Ecológico del Perú, escala 1:1 000 000. INRENA, 1994
5. Mapa Fisiográfico, escala 1:250 000. OGATEIRN – INRENA, 2000
6. Carta Topográfica, Escala 1:25000. EX PETT – COFOPRI.
7. Imagen de Satélite RapidEye 3A (5m) – MINAM.
8. Visores satelitales: Google Earth y Bing Aerial.
9. Hidrografía, Centros Poblados, Red Vial. Escala 1:100000. IGN – MINEDU.

##### **b) EQUIPOS**

1. Pc Desktop y laptops.
2. Plotter HP Design Jet.
3. Cámara Fotográfica.
4. Impresora Epson L50
5. GPS Garmin Map60
6. Wincha métrica
7. Binoculares
8. Libreta de Campo

##### **c) PROGRAMAS**

1. ArcGIS Desktop 10.1
2. ENVI 5.1
3. AutoCAD Map 2013
4. Google Earth
5. Map Source

### **3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN Y DISEÑO METODOLÓGICO**

El tipo de investigación es descriptivo – correlacional. Pues en base a la interpretación de la realidad (caracterización del área de estudio) y por medio de la correlación de las variables a emplear, se generan diversos modelos descriptivos. Luego se analizan e interpretan estos y se proponen acciones para reducir y prevenir el riesgo de desastres en el distrito.

En la investigación se empleó el procedimiento semicuantitativo de las variables y se desarrolló un diseño No Experimental – Transversal.

### **3.4. ESCALA Y UNIDAD DE ANÁLISIS**

Se ha definido la escala de trabajo al 1/25 000, en relación a la mayoría de información espacial recopilada y elaborada; esta escala corresponde a una microzonificación para fines de evaluación del riesgo (ITC, 2011).

La unidad de análisis está referida a nivel de centro poblado mayor. Sobre esto se han determinado unidades sociales y físicas, para poder elaborar diversos modelos cartográficos según la temática de la investigación.

### **3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población total (universo poblacional) está constituido por la población del distrito de San Marcos, el cual cuenta con 15136 habitantes (Censo Nacional 2007).

El estudio está encaminado a hacer inferencias a valores poblacionales a partir de una muestra; se consideró efectuar un muestreo probabilístico estratificado en los habitantes mayores de 16 años (población objetivo), teniendo en cuenta su distribución geográfica y sus características socioeconómicas.

Según *Anderson, Sweeney, Williams(2008)*, la fórmula del muestreo probabilístico estratificado para determinar el número de habitantes por muestra, es:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot P \cdot Q}{(N - 1) \cdot E^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

Donde:

*Z: nivel de confianza = 1.96*

*P: Área bajo la curva normal = 0.5 (para maximizar el tamaño muestral).*

*Q: Área complementaria = 0.5 (para maximizar el tamaño muestral).*

*E: Error muestral = 5% = 0.05*

*N: Población total = 9727*

*n = Muestra resultante.*

Entonces, aplicando la fórmula para determinar la muestra resultante por cada centro poblado según la población objetivo, se tiene:

**Cuadro N° 1: Unidades de Análisis**

DESCRIPCIÓN	POBLACIÓN OBJETIVO	# HAB. MUESTRA
CP Carash	739	28
CP Carhuayoc	1432	54
CP Challhuayaco	1074	41
CP Gaucho	462	18
CP Huaripampa	1657	63
CP Santa Cruz de Mosna	402	15
CP Pichiu Quinhuaragra	663	25
CP Pichiu San Pedro	436	17
CP Pujun	332	13
CP Rancas	103	4
Distrito San Marcos	2427	92
<b>TOTAL</b>	<b>9727</b>	<b>370</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

### **3.5. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

Las técnicas de investigación de campo, dirigidas a recoger información primaria son las siguientes: la observación, entrevista, encuesta, test y experimento. La información primaria se caracteriza porque la construye y la recoge el propio investigador. Se la obtiene mediante el contacto directo con el objeto de estudio.

Las técnicas de investigación bibliográficas, destinadas a obtener información de fuentes secundarias son las que constan en libros, revistas, periódicos y documentos en general. Entre estas técnicas, se destacan las técnicas del fichaje y las técnicas de análisis de documentos. La información secundaria es aquella que el investigador recoge de otros estudios realizados anteriormente. Esta información existe de antemano en archivos, anuarios, etc. En la recolección de la información no se establece contacto con los objetos de estudio. No hay posibilidad de control de errores cometidos en el proceso de recolección.



### **3.6. ETAPAS DE INVESTIGACION**

#### **a) FASE DE GABINETE**

Se recopiló, revisó analizó y depuró una serie de documentos bibliográficos tanto nacionales como internacionales referentes al tema de riesgos, peligro y vulnerabilidad. Asimismo, informes técnicos ya realizados en la zona de estudio, relacionados al tema de tesis.

Se recopiló y seleccionó el material cartográfico - temático a emplear de diversas instituciones estatales y privadas referentes al área de estudio y según el tema de investigación.

Se definió la escala de trabajo, según el tipo de la evaluación del riesgo. Asimismo se definieron los parámetros cartográficos sobre el cual se desarrollará la investigación.

Se recopiló y seleccionó el material cartográfico - temático a emplear de diversas instituciones estatales y privadas referentes al área de estudio y según el tema de investigación.

Se delimitó las unidades sociales en el distrito de San Marcos en función a los once centros poblados mayores (INEI). Con ayuda de una imagen satelital, se precisó las zonas pobladas y sus respectivos medios de vida.

Se elaboró una encuesta que brindó mayor información para la evaluación de las amenazas y las vulnerabilidades. Se determinó la muestra de las encuestas según la cantidad de habitantes por cada centro poblado mayor ya espacializado.

Con ayuda de la información recopilada se elaboró un bosquejo de la estructura conceptual del modelo a generar, los posibles submodelos que compondrían el modelo cartográfico final y el análisis para definir las propuestas con fines de ordenamiento territorial.

#### **b) FASE DE CAMPO**

Se realizó el reconocimiento de la zona, recorriendo los once centros poblados mayores del distrito, se caracterizó el área de estudio, tomando en consideración los principios geográficos.

Se realizó las encuestas a la población de los diversos centros poblados, la cual estaba referida a la percepción que tienen sobre las principales amenazas que inciden en su localidad, asimismo al grado de exposición, fragilidad y resiliencia que estos presentan.

Se realizaron tomas fotográficas de los centros poblados visitados, de los vestigios de desastres originados por eventos naturales, de algunos aspectos relacionados a la vulnerabilidad.

#### **c) FASE DE GABINETE**

Se analizó, procesó y automatizó la información recopilada de trabajos en campo.

Se reestructuró el modelo conceptual en base a las variables, atributos, observaciones en campo y del resultado de las encuestas.

Se realizó el acondicionamiento de la información cartográfica, mapa base y temáticos, estandarización, diseño de la base de datos, donde se presentará la información según las variables requeridas para el modelamiento.

Se construyó una matriz de calificación para evaluar semicuantitativamente el grado de amenazas y vulnerabilidad, asimismo se definieron los criterios de calificación y ponderación para integrar atributos y variables respectivamente.

Se realizó la integración de variables para la generación de los diversos submodelos intermedios y modelo de riesgos final, habiendo empleado el análisis heurístico y el álgebra de mapas.

Se analizaron y evaluaron los submodelos resultantes finales, tanto el de amenazas múltiples, como el de vulnerabilidad múltiple, los cuales haciendo uso de una matriz multicriterio definieron el modelo final de Riesgo Semicuantitativo en el distrito. Posteriormente se procedió a interpretar los submodelos finales y el modelo final de riesgo semicuantitativo, sobre el cual se realizó una priorización de las zonas con mayor riesgo múltiple y se propuso lineamientos y acciones concretas para la prevención y reducción de riesgo de desastres en el distrito, enmarcados dentro de la dimensión del Ordenamiento Territorial.

## **IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **4.1. MEDIO BIOFÍSICO**

#### **4.1.1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN**

El distrito de San Marcos se encuentra dentro del denominado Callejón de Conchucos. El territorio del distrito, abarca desde las frías y extensas punas de la Cordillera Oriental, rica en yacimientos mineros, hasta el cálido valle del río Mosna.

Políticamente, el Distrito de San Marcos, se encuentra ubicado en la Provincia de Huari, Departamento de Ancash, es el más extenso de los 16 distritos que conforman la provincia, con una extensión territorial de 556.75 km<sup>2</sup> que representa el 20.09% de la superficie provincial.

Geográficamente se sitúa entre los 9°50'28" y 9°25'42" de Latitud Sur; y entre los 77°12'8" y 77°58'30" de Longitud Oeste. A estos puntos le corresponde las siguientes coordenadas planas en el sistema UTM, Dátum WGS1984 y zona 18S:

NORTE: 8911404.835 – 8957041.003 m

ESTE: 258315.120 – 283227.890 m

Altitudinalmente, el distrito se encuentra entre los 2964 y los 4700 m.s.n.m., debido a su variabilidad altitudinal cuenta con varios pisos ecológicos. Su capital, con el mismo nombre, está a una altura de 2977 m.s.n.m.

Hidrográficamente, el distrito de San Marcos se encuentra ubicado dentro de la cuenca del Marañón en la vertiente del Atlántico.

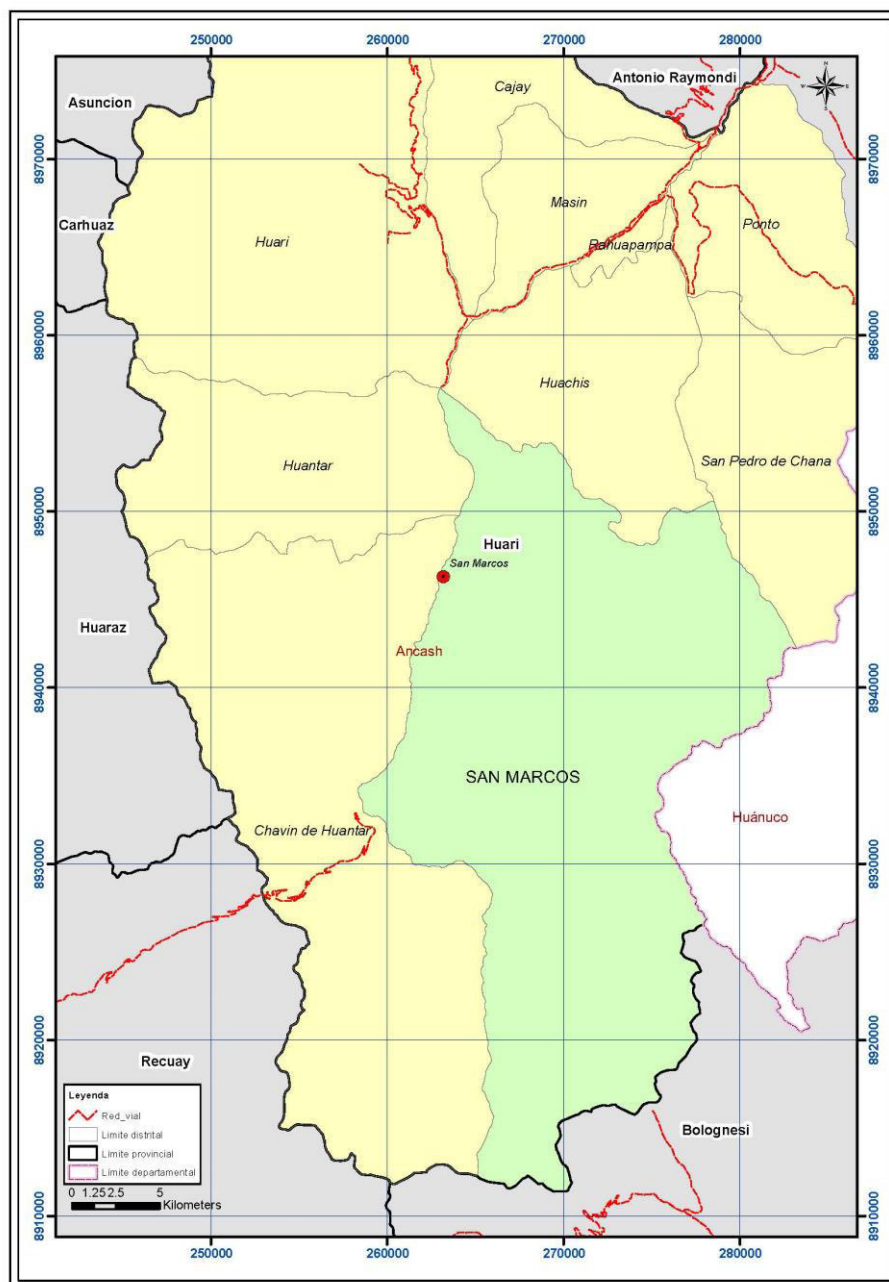
#### **4.1.2. LÍMITES Y ACCESIBILIDAD**

Los límites del distrito San Marcos son los siguientes: Por el norte con los distritos Huachis y San Pedro de Chaná de la Provincia Huari. Por el este con la Región Huánuco. Por el sur limita con el distrito de Huallanca y el distrito de Aquia de la Provincia Bolognesi y por el oeste con los distritos Huántar y Chavín de Huántar de la Provincia Huari.

La principal vía de acceso al distrito de San Marcos es la carretera que va de Cátac (Prov. Recuay) a Huari, pasando por el túnel de Cahuish. Esta carretera tiene un trazo de carretera asfaltada, sin embargo el tramo comprendido entre el túnel de Cahuish y Chavín luce parcialmente destruido debido a la falta de mantenimiento. Existe asimismo un tráfico bajo, pero con varios servicios de bus regulares y algunos turísticos por día (por las ruinas de Chavín). En las condiciones actuales un vehículo requiere, en promedio, tres horas para trasladarse desde Huaraz a San Marcos, dependiendo del tráfico. Los buses que circulan en la zona Distrito de San Marcos son de las empresas Sandoval y El Solitario.

El otro acceso es por la carretera asfaltada de Conococha a Antamina, construida por la Compañía Minera Antamina. De allí a la capital del distrito hay un camino carrozable, de 30 Km., parcialmente afirmado que pasa por Ayash Huaripampa, la mina de Contonga - a la altura de Pajuscocha - y Carhuayoc, tramo que toma aproximadamente una hora y media en vehículo particular.

**Figura N° 2 : Mapa de Ubicación del Distrito de San Marcos**



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3. GEOLOGÍA

Las unidades litoestratigráficas comprendidas en las eras del mesozoico y cenozoico delimitadas en la zona de estudio se encuentran a lo largo de una cuenca de sedimentación, que estaría representada por un miogeosinclinal (Cuenca de Chavín).

A continuación se muestra el cuadro resumen de las unidades estratigráficas presentes en el distrito, seguido por su respectiva descripción:

**Cuadro N° 2: Unidades Litoestratigráficas**

UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	Área (ha)	Porcentaje (%)
Formación Chimú	Ki-chi	Areniscas cuarzosas blancas, masivas en estratos entre 1 a 3 metros de grosor	13470.37	23.98
Formación Oyón	Ki-oy	Areniscas en capas delgadas intercaladas con capas de carbón restos de plantas	9469.67	16.86
Formación Jumasha	Ks-ju	Calizas grises en estratos de 1 a 2 metros de grosor resistentes y forman farallones	8727.93	15.54
Formación Carhuaz	Ki-ca	Secuencia de limoarcillitas color gris a verde, capas de yeso en la parte inferior y en los niveles superiores limoarcillitas rojizas	6915.09	12.31
Depósitos Glaciofluviales	Qh-gf	Depositos Glaciofluviales	3364.00	5.99
Formación Cekendin	Ks-ce	Caizas, margas nodulares pobremente estratificadas abundancia de fósiles	3034.10	5.40
Rocas Intrusivas	N-mzgr	Intrusivo Monzogranítico	2939.06	5.23
Formación Santa	Ki-sa	Calizas color azul grises, estratificación delgada	2539.76	4.52
Depósitos Morrénicos	Q-mo	Depositos morrénicos	1734.75	3.09
Formación Pariahuanca	Ki-ph	Areniscas blancas friables	1189.18	2.12
Formación Pariatambo	Ki-pt	Calizas masivas de tono azul, estratos de 1 a 2m	659.94	1.17
Grupo Calipuy	PN-ca_s	Secuencia de tobas ignimbríticas y lavas piroclásticas - secuencia de lavas andesíticas	559.38	1.00
Depósitos Aluviales	Qh-al	Depositos aluviales	510.07	0.91
Formación Chulec	Ki-chu	Calizas y margas color crema, aspecto masivo	375.25	0.67
Formación Farrat	Ki-fa	Areniscas blancas friables	222.13	0.40
Otros	Otros	Lagunas	467.79	0.83

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

➤ **Grupo Goyllarisquisga**

Consiste de una serie areno-arcillosa con intercalaciones calcáreas de facies mayormente marinas. El Grupo Goyllarisquisga ha sido diferenciado en cuatro Formaciones, de inferior a superior: Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat.

✓ **Formación Chimú**

Consiste principalmente de estratos comunes de areniscas blancas y macizas en capas de 1 a 3 metros de espesor. En total la secuencia completa de la unidad pudiendo variar entre 100 y 600 metros.

✓ **Formación Santa**

Consiste en calizas de color azul grisáceo con meteorización característica de corteza azulina. Sus estratos tienen grosores de 10 cm. a 1 m; pudiendo presentar concreciones de chert de color gris oscuro a blanco. No es una unidad fosilífera, pero contiene fragmentes de conchas.

✓ **Formación Carhuaz**

Está formado principalmente de limoarcillitas, aunque pueden estar presentes capas de arenisca cuarcífera en la parte central de la unidad. Las limoarcillitas varían de color gris a gris-verdosa, pudiéndose encontrar también pequeñas capas delgadas de yeso en la parte inferior de la formación.

✓ **Formación Farrat**

Su peculiaridad litológica hace posible individualizarla como la unidad superior que consiste de cerca de 40 metros de areniscas blanca friable de grano medio que yace directamente sobre la Formación Carhuaz.

➤ **Formación Oyón**

Esta formación está conformada por limolitas, lutitas gris oscuras en estratos delgados de 5 a 30 centímetros, intercaladas con areniscas pardas amarillentas, grises y gris claras en estratos más gruesos, con las cuales se intercalan niveles de carbón las cuales han sido explotadas irregularmente en su mayoría de forma artesanal.

➤ **Formación Jumasha**

En general presenta una litología de estratificación regularmente maciza de calizas grises en estratos de 1 a 2 metros. En algunos lugares puede ser una secuencia lajosa de calizas oscuras hacia la base, comparable con la Formación Pariatambo, de la cual siempre está separada al menos por 100 metros de calizas macizas. Las calizas constituyen una de las unidades más importantes y características de los Andes Centrales. Se conserva en los núcleos de los sinclinales y forman cadenas de elevaciones muy conspicuas, cuyas calizas se describen como micritas y biomicritas con una buena proporción limoarcilloso.

➤ **Formación Celendín**

Consiste de calizas margosas nodulares, pobremente estratificadas, algo homogéneas las cuales contienen abundantes fósiles, los que alteran a un color amarillo grisáceo semejante a la formación Chulec. Se intercalan con las calizas, estratos de limoarcillitas grises y margas las que en general dan lugar a una morfología moderada a suave con abundante cobertura de suelos.

➤ **Formación Pariahuanca**

Consiste típicamente de calizas macizas de cierto color gris azulado en estratos de 1 a 2 metros de grosor. Algunas veces presenta una ligera apariencia lajosa y cuando esto sucede parcialmente puede asemejarse a las calizas Santa. Su grosor de la formación es de 100 metros.

➤ **Formación Pariatambo**

Consiste principalmente de margas marrón oscuras en lajas delgadas que sobresalen como miembros resistentes. Usualmente una banda de calizas es separada por 10 metros de margas. Son frecuentes las intercalaciones de calizas en estratos delgados con limoarcillitas calcáreas gris oscuras que contienen restos de ammonites.

➤ **Grupo Calipuy**

Se encuentra distribuida en la parte más elevada de la zona Sur del distrito de San Marcos, dentro del área perteneciente al Parque Nacional Huascarán. Este Grupo consiste por lo menos de 2000 metros de espesor con estratos variados, principalmente de rocas piroclásticas gruesas de composición andesítica e ignimbritas dacíticas. La secuencia es extremadamente variable, de modo que una sección mediada en cualquier localidad tiene poca semejanza a otra medida en cualquier otro lugar.

➤ **Formación Chulec**

Litológicamente la formación consiste en una mezcla de calizas y margas. Las calizas son macizas con costras amarillas alteradas en capas de 1 metro de espesor y estando separadas por margas cremas y grises que se encuentran en estratos de 10 a 20 metros de grosor.

➤ **Depósitos Cuaternarios**

Los depósitos cuaternarios constituyen el material de cobertura generalmente no consolidado distribuido irregularmente en la zona de estudio. Tales depósitos se han acumulado esencialmente como resultado de procesos glaciares, aluviales, fluviales y en algunos casos por fenómenos de pérdida de masa.

✓ **Depósitos Morrénicos**

Los depósitos morrénicos son depósitos glaciares heterogéneos en cuanto a forma y tamaño de los fragmentos, generalmente son de aristas redondeadas por el poco transporte sufrido. Las morrenas antiguas se consideran el resultado de la glaciación pleistocena y se diferencian de los depósitos morrénicos recientes los cuales si

presentan formas de crestas o depósitos alargados e inconsistentes, de extensión más reducida y localizados en la proximidad de los glaciares actuales.

✓ **Depósitos Aluviales**

Se han incluido los constituidos mayormente por clastos redondeados así como también los depósitos coluviales que corresponden a agregados de fragmentos angulosos que se acumulan regularmente en los taludes adyacentes a los macizos rocosos, con tamaño y formas variables dependientes de la roca madre. También se incluyen los depósitos acumulados por cursos de agua a lo largo de los lechos por donde discurren.

Los depósitos aluviales tienen una notable variación en tamaño y en mezcla de fracciones clásticas que dependen de la roca madre, de la pendiente y de la intensidad del medio energético que interviene en su acumulación y obviamente en las características de la meteorización, así como por ejemplo en la Cuenca del río Mosna se observan bloques y fragmentos mayormente subangulosos con fracciones de limoarcillitas y arena distribuidos irregularmente, incluidos los depósitos de talud que se encuentran en los flancos del río en algunos sectores donde son notorios los depósitos angulosos de talud mezclados con terrazas aluviales y acumulaciones de flujos aluvionales de extensión variable.

✓ **Depósitos Glaciofluviales**

Son depósitos estratificados de arenas y gravas arrastrados desde el frente del glaciar por el agua de fusión proveniente del deslavado de los derrubios glaciares. Estos depósitos se extienden por kilómetros, formando lo que se llama una planicie glaciofluvial.

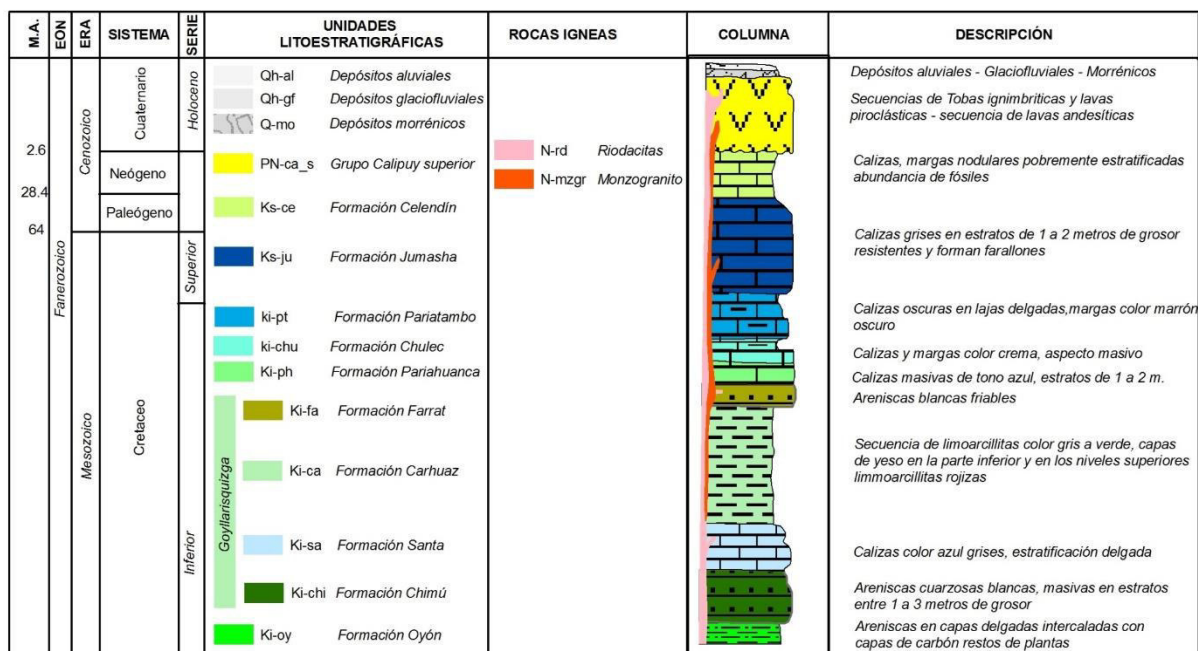
✓ **Rocas Intrusivas**

Las rocas intrusivas en el área de estudio alcanzan hasta los 4 kilómetros cuadrados siendo el tamaño de estos afloramientos variables, estando distribuidos en un área muy amplia y no están concentrados en zonas alineadas.

La litología de estos stocks ampliamente separados tiene una cercana semejanza familiar en muestras de mano. Siendo porfiríticos con fenocristales de plagioclasa de hasta 2 cm de longitud. La presencia de cuarzo es común en granos redondeados de tamaño similar. También son comunes las hojuelas negra brillantes de biotita y cristales de horblenda prismática negra, pero no necesariamente se encuentran. La pasta es una mezcla muy fina de cuarzo, plagioclasa, feldespato alcalino siendo de composición monzonítica. Cuando el stock ha sido alterado hidrotermalmente, muestra coloraciones claras y suele estar caolinizado; este es usualmente el caso cuando el stock contiene sulfuros diseminados.



**Figura N° 3: Columna Litoestratigráfica**



Fuente: Antamina, 2010.

#### 4.1.4. GEOMORFOLOGIA

La zona de estudio comprende una superficie en donde se distinguen dos tipos de Grandes Paisajes, siendo el de mayor dominancia, el tipo Montañoso con 52398.72 ha. equivalente a un 93.27% del total de área mientras que el de tipo Planicie con 104.44 ha. solo equivale a un 0.19%.

Dentro de los dos Grandes Paisajes mencionados se encuentran veintinueve unidades geomorfológicas. En el tipo Montañoso destacan las unidades geomorfológicas de Laderas de montaña empinada (LME), moderadamente empinada (LMME) y muy empinada (LMMe). Mientras que en el tipo Planicie destaca el Complejo de terrazas inundable y no inundable.

La descripción de cada unidad geomorfológica, se ha realizado a nivel de cada paisaje dominante, como se detalla a continuación:

##### ➤ PLANICIE

Abarca una superficie de 104.44 ha., lo que representa el 0.19% del total del distrito de San Marcos. Según el origen de las geoformas, la forma y la pendiente, así como los procesos que modelan la superficie terrestre, dentro del paisaje dominante Planicie se han identificado dos Unidades Geomorfológicas:

**Cuadro N° 3: Superficie y porcentaje de las unidades geomorfológicas**

**Paisaje dominante: Planicie**

Unidades Geomorfológicas	Simbolo	Área (ha)	Porcentaje (%)
Complejo de terrazas inundable y no inundable	Ct-ini	87.56	0.16
Terraza no inundable	T-ni	16.88	0.03
Total		104.44	0.19

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

A continuación se describen cada uno de ellas:

✓ **Complejo de terrazas inundable y no inundable**

Se encuentra en pequeñas unidades en el lado más occidental a márgenes del río Mosna, comprendiendo centros poblados como San Marcos, Vista Alegre y Rancas.

Esta unidad corresponde a valles interandinos en los que existe terrazas inundables y no inundables ubicados por encima de la llanura o planicie de inundación aluvial y fluvial, originados por depósitos aluviales y fluviales del holoceno como consecuencia del transporte de sedimentos originados de procesos denudacionales y erosivos de las partes altas de las colinas y de las montañas como reflejo del accionar de los agentes geomorfológicos externos; muy excepcionalmente son originados por depósitos fluvioglaciares del pleistoceno.

✓ **Terraza no inundable**

Abarca una superficie de 16.88 ha., lo que representa el 0.03% del total del distrito de San Marcos. Se encuentra en una pequeña unidad en el lado occidental del distrito, comprendiendo parte del centro poblado Santa Cruz de Mosna.

➤ **MONTAÑOSO**

Ocupa la mayor superficie del distrito de San Marcos, siendo esta de 52398.72 ha., que representa el 93.27% del total. Se han identificado nueve unidades geomorfológicas:

**Cuadro N° 4: Superficie y porcentaje de las unidades geomorfológicas**

**Paisaje dominante: Montañoso**

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	SÍMBOLO	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
Ladera de montaña empinada	LME	21554.35	38.37
Ladera de montaña fuertemente empinada	LMFe	2707.55	4.82
Ladera de montaña ligeramente inclinada a moderadamente empinada	LMLiME	1845.47	3.29
Ladera de montaña moderadamente empinada	LMME	11724.58	20.87
Ladera de montaña muy empinada	LMMe	11456.01	20.39
Montaña glacial ligeramente inclinada a moderadamente empinada	MgLiME	192.3	0.34
Montaña glacial ligeramente inclinada	MgLi	2501.93	4.45
Montaña glacial nula o casia a nivel	MgNcn	416.52	0.74
<b>TOTAL</b>		<b>52398.72</b>	<b>93.27</b>

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

A continuación se describen cada uno de ellas:

✓ **Ladera de montaña moderadamente empinada**

Se encuentra distribuida en unidades dispersas y se caracteriza por una pendiente que fluctúa entre 15 y 25%. Corresponde a zonas de topografía poco accidentada conformada por laderas de montaña moderadamente ramificadas y estructuralmente plegadas; los procesos geomorfológicos también corresponden a los de escorrentía superficial, cuya agua a su paso produce erosión en las laderas. Litológicamente está compuesto por rocas intrusivas, sedimentarias y metamórficas.

✓ **Ladera de montaña empinada**

Se caracteriza por presentar una pendiente que fluctúa entre 25% y 50%, relieves muy accidentados y de gran magnitud propia de morfología de la cordillera andina incluyendo también laderas plegadas. Litológicamente está compuesto por rocas intrusivas, sedimentarias y metamórficas.

✓ **Ladera de montaña fuertemente empinada**

Se encuentra distribuida en unidades dispersas y caracterizada por una pendiente que fluctúa entre 50% y 75%. Es propia de zonas montañosas donde la topografía también es muy accidentada, con laderas expuestas a una erosión actual bastante fuerte. Litológicamente están constituidas por rocas sedimentarias.

✓ **Ladera de montaña ligeramente inclinada a moderadamente empinada**

Se encuentra distribuida en unidades dispersas principalmente en el lado oriental. Litológicamente están constituidas por rocas sedimentarias. Y espacialmente solo el centro poblado Bronce posee esta característica geomorfológica.

✓ **Ladera de montaña muy empinada**

Se encuentra distribuida en unidades en toda la zona de estudio. Litológicamente están constituidas por rocas metamórficas, intrusivas y sedimentarias.

✓ **Montaña glacial ligeramente inclinada a moderadamente empinada**

Se encuentra distribuida en pequeñas unidades en la zona de estudio. Litológicamente están constituidas por rocas sedimentarias. Espacialmente ningún centro poblado posee esta característica geomorfológica. Posee una pendiente entre 8% y 15%.

✓ **Montaña glacial ligeramente inclinada**

Se encuentra distribuida en unidades dispersas en la zona de estudio. Los centros poblados que poseen esta característica geomorfológica son las siguientes: Bellavista Huamanin y Tucto Litológicamente están constituidas por rocas sedimentarias y en cuanto al tipo de pendiente posee un rango entre 4%y 8%.

✓ **Montaña glacial nula o casi a nivel**

Se encuentra distribuida en pocas y dispersas unidades en la zona de estudio. Litológicamente están constituidas por rocas sedimentarias. Posee un rango de pendiente entre 0% - 4%. El centro poblado que posee esta característica geomorfológica es Carash.

#### 4.1.5. FISIOGRAFÍA

La zona de estudio está dividida en dos grandes paisajes como categorías fisiográficas mayores las cuales son las siguientes: Montañoso y Planicie. Estas a su vez en seis paisajes fisiográficos, cuatro subpaisajes y elementos del paisaje.

A continuación se describe cada una de las categorías fisiográficas.

**Cuadro N° 5: Superficie y porcentaje de grandes paisajes**

GRAN PAISAJE	SIMBOLO	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
Planicie	P	104.44	0.19
Montañoso	M	52398.72	93.27
Otros (Antamina y lagunas)	O	3675.35	6.54
<b>TOTAL</b>		<b>56178.52</b>	<b>100</b>

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

➤ **GRAN PAISAJE MONTAÑOSO**

Esta categoría fisiográfica es la predominante debido a que representa el 93.27% del total del distrito de San Marcos, dentro de este se han determinado cinco paisajes fisiográficos y subpaisaje cuyo detalle se muestra a continuación:

**Cuadro N° 6: Superficie y porcentaje de las unidades fisiográficas**  
**Gran paisaje: Montañoso**

GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	SUPERFICIE	
			HA	%
Montañoso	Montaña de Naturaleza Sedimentaria (Arenisca)	Ladera de Montaña	29764.33	52.98
	Montaña de Naturaleza Sedimentaria (Calizas)	Ladera de Montaña	17814.98	31.71
	Montaña de Naturaleza Metamórfica (Cuarcitas)	Ladera de Montaña	729.23	1.3
	Montaña de Naturaleza Intrusiva	Ladera de Montaña	979.42	1.74
	Montaña Glacial	Sedimentos Glaciales	3110.75	5.54
<b>TOTAL</b>			<b>52398.72</b>	<b>93.27</b>

*Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"*

El distrito de San Marcos comprende áreas montañosas de naturaleza sedimentaria, areniscas y calizas, de naturaleza metamórfica, cuarcitas, de naturaleza intrusiva, de naturaleza glacial, con laderas de pendientes superiores a 25%, asimismo se presentan, zonas de fondo de valle, con terrazas altas muy estrechas y áreas fluvioglaciales, con relieve inclinado, estas últimas por encima de los 4000msnm.

➤ **GRAN PAISAJE PLANICIE**

La categoría fisiográfica tiene una extensión de 104.44 ha. que representa el 0.19% del total del distrito de San Marcos dentro del cual se ha identificado un paisaje fisiográfico y dos subpaisajes cuyo detalle se muestra a continuación:

**Cuadro N° 7: Superficie y porcentaje de las unidades fisiográficas**

**Gran paisaje: Planicie**

GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	SUPERFICIE	
			HA	%
Planicie	Planicie aluvial	Fondo de valle	87.56	0.16
		Terraza alta	16.88	0.03
TOTAL			104.44	0.19

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

✓ **Paisaje Aluvial**

Se han identificado en total cuatro unidades fisiográficas de este tipo, ocupan un área de 104.44 has, se encuentran separadas en el lado oeste del distrito de San Marcos. Ocupan sobre todo los valles interandinos y se caracterizan porque son depósitos de poco transporte. Están ubicadas en territorio de los siguientes centros poblados: San Marcos, Rancas, Millhuish y Vista Alegre.

#### **4.1.6. SUELOS**

Se han identificado doce suelos en la zona de estudio y pertenecen a tres órdenes de suelos de la Soil Taxonomy: Entisols, Inceptisols y Mollisols, algunos de los cuales se han desarrollado bajo un régimen de temperatura isomésico y otros bajo un régimen cryico. El régimen de humedad es ustico

Cuatro de los suelos identificados pertenecen a los Entisols y se caracterizan por ser superficiales, limitados por roca compacta, suelo Tintzan a moderadamente profundo suelo Collachica, suelo Carmen Rosa y suelo Tinya. Dos de ellos se han desarrollado bajo régimen de temperatura cryico, suelos Collachica y suelo Tinya y dos bajo régimen de temperatura isomésico, suelo Carmen Rosa y Tintzan. Son de reacción muy fuertemente ácida a excepción del suelo Carmen Rosa que presenta reacción neutra a ligeramente alcalina a partir de los 10cm con presencia de carbonato de calcio. Uno de los cinco suelos presenta alta fertilidad natural, suelo Collachica, el cual se ha desarrollado a partir de sedimentos fluvio glaciales. La fertilidad natural de los otros tres suelos es baja.

Dentro de los Inceptisols, se tiene a los suelos, Gaucho, Huaripampa, Shiquipo, San Marcos, estos son moderadamente profundos y al suelo Contonga que es profundo. Todos ellos son gravosos, (20-30% de grava en el perfil). La reacción es, en la parte superficial, extremada a ligeramente ácida a excepción del suelo Shiquipo que es neutra y presenta carbonato de calcio. La fertilidad natural es baja en los suelos San Marcos y Shiquipo. Los suelos Gaucho, Huaripampa y Contonga presentan fertilidad natural media.

Los suelos Chullush, Quisho y Maries son los Mollisols identificados. El suelo Quisho es moderadamente profundo, limitado por roca compacta, su reacción es ligeramente ácida y textura moderadamente gruesa. El suelo Maries es profundo y de reacción muy fuertemente ácida. El suelo Chullush es profundo, de reacción ligeramente alcalina y con alto contenido de carbonato de calcio. La fertilidad es media en el caso del suelo Chullush y baja en los otros dos suelos.

#### **4.1.7. CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS**

En la zona de estudio se han identificado tierras aptas para cultivos en limpio, tierras aptas para pastos, tierras aptas para producción forestal y tierras de protección.

Las tierras aptas para cultivo en limpio se caracterizan por su localización específica en la llanura de sedimentación, terrazas altas y fondos de valle, Presentan como factores limitantes, la gravosidad en el perfil, la textura moderadamente gruesa y la fertilidad baja, subclase A3sc. Otros presentan fertilidad natural media, gravas en el perfil y pendiente fuertemente inclinada, subclase A3sec. Todos ellos se han desarrollado bajo un clima húmedo semifrío

Las tierras aptas para pastos presentan como limitaciones su fertilidad media, textura moderadamente gruesa y reacción extremada a muy fuertemente ácida, P2sc. Gravosidad, textura moderadamente gruesa, desarrollados sobre pendientes inclinadas a empinadas bajo un clima con temperatura muy baja, P2sec o bajo las mismas condiciones pero con baja fertilidad natural, P3sec, P3se. Otros presentan drenaje imperfecto producto de filtraciones de áreas más elevadas, P3sewc

Las tierras aptas para producción forestal lo son por la pendiente empinada en que se localizan y la presencia de suelos superficiales a moderadamente profundos, fertilidad media, desarrollados bajo clima húmedo semifrío, F3sc, F3sec

Las tierras de protección, se caracterizan por presentar pendientes muy empinadas en donde se localizan, suelos superficiales y la presencia de afloramiento rocoso en la superficie

#### **4.1.8. CLIMA**

El clima es continental, con marcadas diferencias de temperatura entre el día y la noche, con una temperatura media anual de 15° C. Las diferencias de temperatura entre el invierno y el verano son relativamente pequeñas en sus valores mínimos, y son matizadas, durante el día, por la coincidencia del invierno con la estación seca, de modo que aumenta fuertemente la insolación solar y la temperatura, mientras que en las noches aumenta el frío (con peligro de heladas). La fluctuación de la temperatura es muy variable en un mismo día y en un mismo lugar, más aún en los diferentes pisos altitudinales. La presencia de heladas se dan entre abril a julio, en esta época las temperaturas descienden hasta -2 °C dependiendo de la altitud. En los meses de invierno los días son calurosos y las noches a veces con presencia de heladas que originan pérdidas en los cultivos de los campesinos. Las temperaturas más altas, que sobrepasan los 22 °C al aire libre y

en la sombra el promedio es de 14 °C, se dan en la primavera. (ProDesa SAC.). Los meses de lluvia corresponden a los meses de octubre a marzo (primavera y verano) con un promedio de precipitación de 650 mm. Conforme va aumentando la altitud, la precipitación se incrementa llegando a sobrepasar los 890 mm (ProDesa SAC.). Las lluvias son marcadamente estacionales. La humedad en la sierra es variable, de 60% a 70% según los lugares (TechnoServe Inc).

#### **4.1.9. ECOLOGÍA**

En el distrito de San Marcos se ha encontrado cinco (05) zonas de vida, de las cuales predomina la zona de vida Páramo muy húmedo Subalpino Tropical que ocupa aproximadamente el 43.6% de la superficie distrital, abarcando los centros poblados mayores de Carhuayoc, Challhuayaco, Gaucho, Huaripampa, Pichiu Quinhuaragra, Pichiu San Pedro, Pujun, Rancas, San Marcos y Santa Cruz de Mosna.

A continuación se presenta un cuadro resumen de las zonas de vida, asimismo un diagrama circular que representa las respectivas áreas de cada zona de vida.

**Cuadro N° 8: Zonas de Vida del Distrito de San Marcos – Huari - Ancash**

DESCRIPCION	SIMBOLO	AREA_HA	PORCENTAJE (%)
Bosque humedo Montano Tropical	bh-MT	3612.03	6.43
Nival Tropical	NT	281.11	0.5
Bosque muy humedo Montano Tropical	bmh-MT	6778.52	12.07
Paramo muy humedo Subalpino Tropical	pmh-SaT	24516.36	43.64
Tundra pluvial Alpino Tropical	tp-AT	20990.49	37.36

*Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"*

➤ **BOSQUE HÚMEDO - MONTANO TROPICAL (bh-MT)**

En el bosque húmedo - Montano Tropical la biotemperatura media anual máxima es de 13.1 °C y la media anual mínima de 7.3 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1154mm y el promedio mínimo de 498mm por año.

Según el Diagrama de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial por año varía entre 0.5 y 1 veces la precipitación. Su carácter es por lo tanto, húmedo. La vegetación natural es casi inexistente, en algunas áreas se han sembrado algunos cultivos. El relieve topográfico es empinado.

➤ **BOSQUE MUY HÚMEDO - MONTANO TROPICAL (bmh-MT)**

En el bosque muy húmedo - Montano Tropical la biotemperatura media anual máxima es de 10.9°C y la media anual mínima de 6.5°C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1722mm y el promedio mínimo de 838mm por año.



Según el Diagrama de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial por año varía entre 0.25 y 0.5 veces la precipitación. Su carácter es por lo tanto, perhúmedo. La vegetación natural es arbórea. El relieve topográfico es accidentado con laderas de fuerte pendiente.

➤ **PARAMO MUY HUMEDO – SUBALPINO TROPICAL (pmh-SaT)**

En páramo muy húmedo – Subalpino Tropical la biotemperatura media anual máxima es de 6.0 °C y la media anual mínima, 3.8 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1254.8mm y el promedio mínimo de 584.2mm por año.

Según el Diagrama de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial por año varía entre 0.25 y 0.5 del promedio de precipitación. Su carácter es por lo tanto, perhúmedo. La vegetación natural está constituida por abundante mezcla de gramíneas y otras hierbas de hábitat perenne. El relieve topográfico es ligeramente ondulado, con laderas de moderado a fuerte declive.

➤ **TUNDRA PLUVIAL - ALPINO TROPICAL (tp-AT)**

En la tundra pluvial – Alpino tropical la biotemperatura media anual es de 3.2°C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1020.2mm y el promedio mínimo de 687.9mm por año.

Según el Diagrama de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial por año varía entre 0.125 y 0.25 del promedio de la precipitación total por año. Su carácter es por lo tanto, superhúmedo. La vegetación es muy abundante y florística más diversificada, conteniendo arbustos, semiarbustos y hierbas de tipo graminar. El relieve topográfico es accidentado variando de colinado y ondulado, este último propio del modelaje glacial principalmente.

➤ **NIVAL TROPICAL (NT)**

La Zona de Vida Nival Tropical está comprendida por glaciares, los cuales se extienden a lo largo de las crestas de los Andes generalmente por encima de los 5000 m.s.n.m. Esta Zona de Vida ocupa el 0.5 % de la superficie distrital, extendiéndose en los centros poblados mayores de Carhuayoc y Huaripampa.

La biotemperatura media anual se encuentra por debajo de 1.5°C y el promedio de precipitación total anual por año varía entre 500 y 1000 mm.

Está constituido por suelos netamente líticos, peñascosos o rocosos, prácticamente no existe suelo. Las únicas formas de vida son algunas algas, líquenes, crustáceos, que crecen sobre las rocas de color oscuro en los límites cercanos a la tundra.

#### **4.1.10. RECURSOS HÍDRICOS**

En el distrito de San Marcos, las principales fuentes de agua son la lluvia y en menor escala, los manantiales. La lluvia se presenta entre octubre a marzo, alcanzando su máximo nivel de precipitación en enero y febrero. El periodo de estiaje comienza en abril y se extiende hasta septiembre, llegando a un mínimo en julio y agosto. Los manantiales, formados por los deshielos

que alimentan la capa freática de la zona, son aprovechados por los productores para irrigar sus parcelas, mediante la canalización artesanal de sus aguas.

El Río Mosna, el cual marca el límite con el Distrito de Chavin de Huantar, recibe los afluentes de los riachuelos del distrito que se forman por las aguas de deshielo de los glaciares y las lagunas. No obstante, la accidentada topografía de la zona hace difícil el irrigar las parcelas de cultivo con las aguas del Río Mosna, debido a que éstas se encuentran en diferentes pisos altitudinales. Asimismo se aprecia la existencia de la laguna de Pajuscocha – 4200 m.s.n.m. en la zona de Contonga, que se sitúa aproximadamente a una hora de trayecto de la ciudad de San Marcos por una vía no asfaltada que conduce también a la mina Antamina y se aprecia en la cercanía del fundo Cochao el manantial Cochapampa.

En el ámbito del distrito de San Marcos existen tres ríos principales Mosna, Carash y Ayash que son de régimen permanente, es decir tienen escurrimiento superficial todo el año. Las quebradas de régimen permanente y que drenan sus aguas en la jurisdicción del distrito de San Marcos son: Huayronga, Huamanhuay, Ishpag, Chingapampa, e infiernillo. Los caudales de estas quebradas son menores que de los ríos indicados. Las quebradas de régimen regular pero con agua proveniente de filtraciones son: Pucamaché, Trancayacu, Chilcauro, Huacacorral, Ullpiragra y Opayaco o arroyo. Existen otras quebradas de régimen irregular como: Kalapuragra, Pacash y Trancaragra. En conclusión en el distrito de San Marcos existen 3 ríos y 7 quebradas. También es importante destacar que existen 15 lagunas con potencialidades de represamiento y 2 pantanos.

En el distrito de San Marcos se han identificado doce cuencas hidrográficas, las cuales se muestran en el cuadro de la siguiente página. La fuente subterránea que abastece de agua a la localidad de San Marcos es captada a través de manantiales. Las aguas que afloran de estos manantiales son filtraciones de las aguas que discurren por las quebradas, que provienen de las lagunas de las zonas más altas de la cordillera.

Los manantiales utilizados con fines de abastecimiento se denominan Lucmapampa que se encuentra ubicada dentro de la zona urbana y los manantiales Carash que se encuentran a 2 Km. de distancia en la margen izquierda del río del mismo nombre.

**Cuadro Nº 9: Cuencas Hidrográficas del Distrito de San Marcos**

CUENCA	AREA(KM2)
Cuenca del rio Mosna aguas arriba de Plaza Pampa	269.3
Cuenca del rio Mosna aguas arriba de Recodo	33.6
Cuenca de la quebrada Huayronga	52.37
Cuenca de la quebrada Huamanhuay	7.68
Cuenca de la quebrada Ishpag	7.09
Cuenca del rio carash aguas arriba de la unión con el río	115.34
Cuenca de la Quebrada Chingapampa	17.88
Cuenca del Río Carash aguas arriba de Asgap	56.2
Cuenca de la quebrada Infiernillo	24.03
Cuenca de la quebrada Ayash	85.77
Cuenca de la quebrada Opayaco o Arroyo	6.27
Cuenca del río Ranracancha aguas arriba de Gasha	120.92

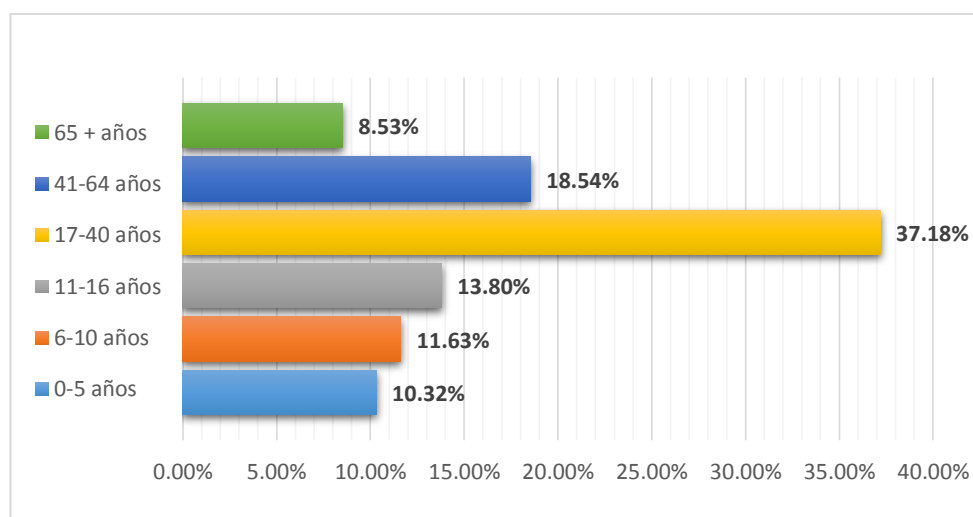
Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

#### 4.2. MEDIO SOCIOECONÓMICO

El distrito de San Marcos cuenta con una población de 15136 habitantes, según Censo Nacional 2007, siendo el más habitado el centro poblado del mismo nombre con un 24.95% de la población seguida de Huaripampa y Carhuayoc; con una tasa de crecimiento de 0.0179.

Del total de la población, la mayoría son relativamente jóvenes, ya que existe mayor concentración entre los 0 años y 40 años con un 72.93% del total. A la vez, su estructura demográfica presenta una composición predominante rural la cual ocupa un 76.01% de su territorio y una densidad poblacional distrital de 27.19 hab/km<sup>2</sup>.

**Figura Nº 4: Distribución de la Población según Grupo Etario**

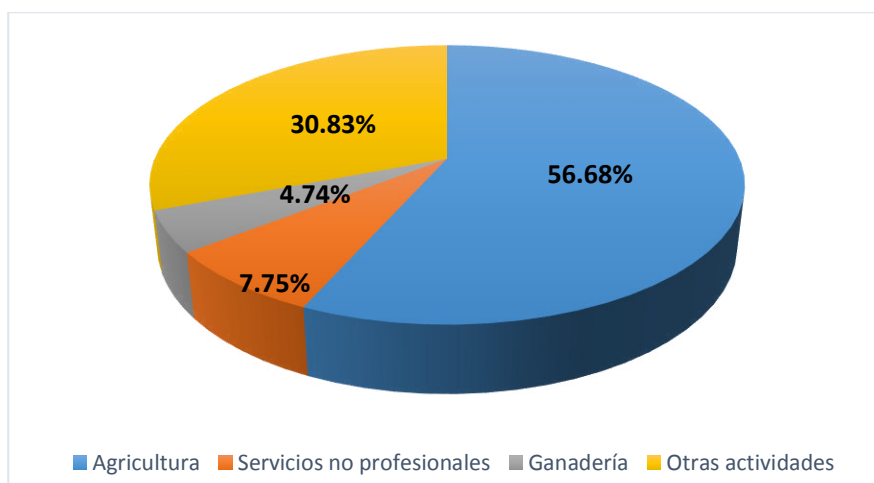


Fuente: Elaboración Propia

Existen diferentes vías de acceso para comunicar los centros poblados con la capital de distrito y anexos, pero la gran mayoría de población de los centros poblados utiliza el camino de herradura y trocha carrozable para llegar a la capital de distrito con un porcentaje de 43.98% y 45.08%, respectivamente. Mientras que la población de los centros poblados accede a sus anexos principalmente por la camino de herradura con un 64.93%. Cabe resaltar, que la totalidad de la población del centro poblado de San Marcos utiliza la carretera asfaltada y en segundo lugar la carretera afirmada.

La principal actividad económica es la minería por el cual el distrito recibe uno de los montos más altos de Canon a nivel nacional, en el 2014 recibió la cantidad de S/. 106 729 257, Independientemente de esta actividad que lo maneja esencialmente la Compañía Minera Antamina S.A., es la agricultura con un 56.68% de población dedicada al rubro, le siguen las actividades de servicios no profesionales con un 7.75% y la ganadería con un 4.74%. Sin embargo, la condición de formalidad de los trabajadores es muy bajo siendo apenas del 6.67%.

**Figura N° 5: Población Económicamente Activa Ocupada por Sectores**



*Fuente: Elaboración Propia*

La cantidad de población que tiene acceso a algún tipo de infraestructura para su producción es solo del 23.10%, ellos interactúan con infraestructuras que carecen de un alcance global como reservorios, canales, camales, mercado de abastos entre otros.

En cuanto al acceso a un crédito, solo el 12.05% de la población indica haber accedido y/o prestado dinero de alguna entidad financiera. Entre las principales entidades financieras de la localidad están el Banco de la Nación, Financiera EDYFICAR, Cooperativa de Ahorro y Crédito Finanzas Solidarias MONS, Marcos Libardoni LTDA.

Por otro lado, sólo el 38.95% de la población tiene disposición para aceptar cambio de uso de tierras y aceptar propuestas alternativas en el desarrollo de actividades vinculadas al uso de sus propiedades.

Referente al nivel educativo, la población carente de algún nivel educativo alcanza el 14.52%, con primaria completa un 18.51%, con secundaria completa un 16.75% y sólo el 2.80% y 1.21% logró formación técnica completa y universitaria completa respectivamente. Esta última se concentra principalmente en la capital de distrito.

Los niveles de pobreza en el distrito indican que existe un 36.05% de población en pobreza extrema, 10.64% en pobreza no extrema y 21.39% no es pobre. La pobreza monetaria presenta un 16.40% de incidencia de pobreza total y 2.80% de incidencia de pobreza extrema, se calcula que el gasto percapita a precios de Lima Metropolitana es de S/. 549.80, según el Mapa de Pobreza Distrital realizado por el INEI el año 2009.

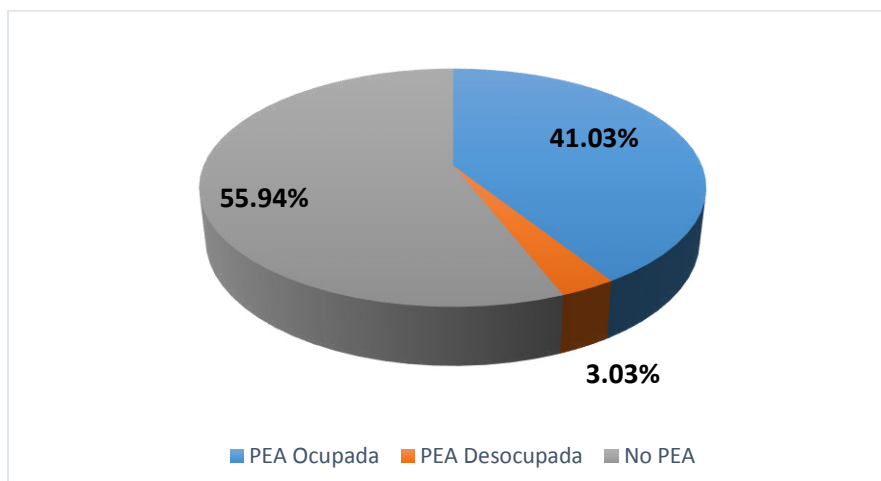
La tasa de migración neta presenta una tendencia negativa siendo -8.26% por mil habitantes según los Indicadores Demográficos por departamentos 2010 – 2015.

La comercialización de productos en el distrito es muy limitada, sólo un 30.63% comercializa sus productos los cual se realiza por circuitos comerciales siendo un 31.43% los productos destinados hacia el mismo centro poblado, mientras que el 22.86% es destinado al mercado de Chavín de Huantar siendo este el mercado con mayor importancia, seguido del 20.00 % que se comercializa en los mercados de San Marcos, Huaraz con un 14.29% y 11.43% en otros centros poblados del distrito. Referente al origen de los insumos, se divide entre compra 41.65% y agricultura 58.35% (guardan semillas), los volúmenes comercializados se clasifican en cuatro grupos: menor al 25% un volumen total de 39.56%, entre 25% -50% corresponde 26.39%, de 50% - 80% es de 18.26% y de 80% - 100% sólo 15.70%. Los costos de transporte teniendo en cuenta el punto de partida el centro poblado San Marcos, la dificultad de acceso y el estado en que se encuentran las vías se calcula el mayor costo de S/. 600.00 desde el centro poblado Pujún y el menor costo de S/. 150.00 del centro poblado Rancas, los demás centros poblados oscilan entre los costos anteriormente mencionados.

En cuanto a la calidad de vida, un indicador es el número con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), teniendo 64% de la población con al menos una NBI y 27% con dos o más NBI. El Índice de Desarrollo Humanitario es otro indicador de calidad de vida, el cual oscila entre los valores 0 y 1, de manera que, cuanto más se acerca a la unidad, muestra un mejor desempeño en los resultados de IDH que indica un valor de 0.443 según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo . (PNUD) por departamentos para el año 2012.

La población económica activa (PEA) ocupada es de 41.03%, PEA desocupada solo es de 3.03% y no PEA es de 55.94% según INEI 2010-2015, siendo la ocupación predominante es el de agricultor con 56.68% de la población.

***Figura N° 6: Distribución de la Población Económicamente Activa***



*Fuente: Elaboración Propia*

En el distrito de San Marcos se puede determinar que los servicios primordiales tales como agua (97.69%), desagüe (81.91%), energía eléctrica (82.06%) y radio (74.28%) se encuentran en aceptables niveles de cobertura.

Existen dos formas de sistema de transporte: interdistrital con unidades tipo VAN e interprovincial con unidades tipo buses, tendiendo ambos una frecuencia diaria.

Las comunicaciones se realizan principalmente en radio existiendo un total de ocho (08) estaciones autorizadas de Radiodifusión Sonora y una televisora según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) 2014.

## V. DISEÑO Y MODELAMIENTO

### 5.1. PARÁMETROS CARTOGRÁFICOS UTILIZADOS

A continuación se detallan los parámetros cartográficos empleados en la elaboración de los submodelos de la presente investigación:

**Cuadro N° 10: Parámetros Cartográficos**

<b>Elipsoide geodésico de referencia</b>	
<i>Elipsoide:</i>	WGS84 ( World Geodesic System 1984)
<i>Datum:</i>	Geocéntrico
<i>Semi Eje Mayor:</i>	6 378 137 metros
<i>Semi Eje Menor</i>	6 356 752.31424 metros
<i>Achatamiento:</i>	1/298.257223563
<b>Sistemas de Coordenadas</b>	
<i>Sistemas de Coordenadas::</i>	UTM (Universal Transversal de Mercator)
<i>Zona:</i>	18 Sur con Meridiano central 75° oeste
<i>Falso Norte:</i>	10 000 000 metros
<i>Falso Este:</i>	500 000 metros
<i>Fr escala en Meridiano central:</i>	0.9996
<b>Escala</b>	
<i>Escala de trabajo:</i>	1/25000
<i>Incertidumbre:</i>	5 metros
<b>Parámetros de Transformación Datum _PSAD56_a_WGS84 (PERU96 – IGN)</b>	
<i>Diferenciales:</i>	DX=-303.55 DY=265.41 DZ=-358.42
<i>Precisión Relativa:</i>	3 – 6 metros aproximadamente

*Fuente: Elaboración propia*

Es necesario precisar que toda la información espacial recopilada, ha sido adecuada a estos estándares cartográficos con la finalidad de tener insumos estandarizados en la generación de modelos.

En la Resolución Jefatural N° 079-2006-IGN/OAJ/DGC el IGN recomienda trabajar con el datum geocéntrico WGS84 para fines prácticos, debido a esto, se ha migrado la información a este datum. Con ayuda del software ArcGIS se logró definir parámetros de transformación propuestos por el IGN en el año 1996, y se efectuaron las transformaciones de datum en los casos que fue necesario. Esto no es muy recomendable pues dicha transformación genera una incertidumbre acumulada de 3 a 6 metros aproximadamente, sin embargo, es obligatorio hacerlo pues al momento de empezar con el modelamiento cartográfico a nivel de una base de datos geoespacial, se necesita que todas las variables se encuentren en un solo datum y sistema de coordenadas.

El área de estudio se encuentra dentro de la zona 18 sur y faja “L” del sistema de coordenadas UTM.

## **5.2. ACONDICIONAMIENTO DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA**

Toda la información espacial recopilada según los parámetros cartográficos anteriormente detallados, se procedió a desarrollar procedimientos a la adecuación de información cartográfica y alfanumérica a la generación de submodelos.

Este acondicionamiento tuvo como finalidad homogenizar la información espacial y tabular en relación a la tabla de atributos y datos geométricos de las variables temáticas correspondientes.

Se describen los pasos que se realizaron en el acondicionamiento de información cartográfica y tabular en el submodelo correspondiente:

- **Afinamiento de escala:** En algunos mapas temáticos biofísicos recopilados con escala gruesa, se logró afinar esta, con ayuda de una imagen satelital RapidEye con 5 metros de resolución espacial y con ayuda de los visores de Google Aerial y Bing Aerial.
- **Revisión de la Base de Datos Tabular:** Se revisó la tabla de atributos, verificando que cada capa contenga los campos útiles según las variables según el submodelo a integrar, de esta forma se evitó tener campos vacíos o con inconsistencias.
- **Revisión de la Base de Datos Espacial:** Se realizó un ajuste espacial entre las coberturas biofísicas, para evitar que se generen traslapes indeseados entre capas o vacíos espaciales, lo cual facilitó la integración de capas en el proceso de modelamiento.
- **Adecuación de los campos de la Base de Datos:** Se seleccionó únicamente los campos necesarios de cada capa temática según el requerimiento en el proceso de modelamiento.

## **5.3. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS**

Consistió en diseñar una estructura ordenada digital de datos en la cual se presenta la información según las variables requeridas para el modelamiento, este diseño se hizo organizándolo de una forma lógica, adecuada para el almacenamiento y facilitando su futura manipulación y análisis.

En cuanto al postproceso de las encuestas realizadas, se diseñó una base de datos, donde se plasmaron los resultados en porcentaje. Este diseño fue elaborado convenientemente para facilitar la espacialización de las variables socioeconómicas, base para elaborar submodelos cartográficos.

## **5.4. ASPECTOS GENERALES DE MODELAMIENTO CARTOGRÁFICO**

En el modelamiento se realizan una serie de operaciones de análisis utilizando mapas temáticos que representan variables, los cuales, mediante la aplicación de un análisis de superposición, definen características espaciales relativas al nivel de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgos.

A continuación se detalla una serie de aspectos que se ha considerado en la implementación de los modelos:



- La representación cartográfica en el modelamiento se ha elaborado en el formato vectorial, pues de este modo se observa mejor las ondulaciones de las unidades temáticas a representar, lo que permite la no alteración de las superficies.
- Para la calificación y valoración de atributos, variables y submodelos intermedios se emplea una Matriz Semicuantitativa, la cual posee una escala de medición ordinal y se manifiesta a través de intervalos.

**Cuadro Nº 11: Matriz de Calificación y Ponderación**

NIVEL DE VALOR	PUNTAJE PARA LA MATRIZ DE EVALUACIÓN			UNIDAD CARTOGRAFICA DEL MAPA A CALIFICAR
	UP	....	DOWN	
<b>MUY ALTO</b>		3.0		
		2.9		
		2.8		
		2.7		
		2.6		
		2.5		
<b>ALTO</b>		2.4		
		2.3		
		2.2		
		2.1		
		2.0		
<b>MEDIO</b>		1.9		
		1.8		
		1.7		
		1.6		
		1.5		
<b>BAJO</b>		1.4		
		1.3		
		1.2		
		1.1		
		1.0		

*Fuente: Elaboración propia*

- Para determinar el nivel de peligrosidad se ha empleado el Método Heurístico basado en la categorización y ponderación de factores. Cada factor o variable corresponde a un mapa temático que se combina con los otros, obteniendo una zonificación del nivel de peligrosidad en términos semicuantitativos.
- Para determinar el nivel de vulnerabilidad se aplicó el Método Heurístico; sin embargo, para poder subclasificar las variables socioeconómicas en 4 clases y asignarles un determinado nivel (en base al grado de influencia sobre el modelo), se ha utilizado el método de

optimización Jenks, también llamado el método de clasificación de las pausas naturales Jenks; que es un método usado para la mejor disposición de los valores en diferentes clases. Se implementó con ayuda del Software ArcGIS, el cual tiene este algoritmo predefinido entre los métodos de clasificación de datos.

- Para determinar el nivel de riesgo múltiple se hace uso de una matriz multicriterio, la cual facilita el proceso de integración espacial, combinando el mapa de peligros múltiples y de vulnerabilidades múltiples.
- El modelo final y los submodelos intermedios son descriptivos, pues presentan información directamente de los patrones y distribuciones de rasgos o elementos espaciales.

## **5.5. CONSTRUCCIÓN Y ESTRUCTURA DEL DISEÑO CONCEPTUAL, LÓGICO Y FÍSICO**

### ➤ **Diseño Conceptual**

En este punto se estructuró las relaciones espaciales entre submodelos, submodelos auxiliares, variables e indicadores con la finalidad de conceptualizar la realidad operacional del modelamiento. (Ver Figura N°8).

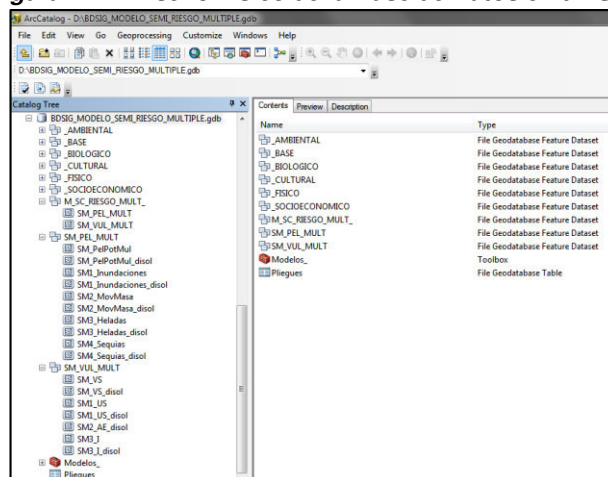
### ➤ **Diseño Lógico**

Habiendo definido la escala de trabajo en 1/25000 (Ver metodología), en este punto se realizó el diseño detallado de la base de datos que contiene la información de los submodelos, submodelos auxiliares, variables y atributos. (Ver Anexos).

### ➤ **Diseño Físico**

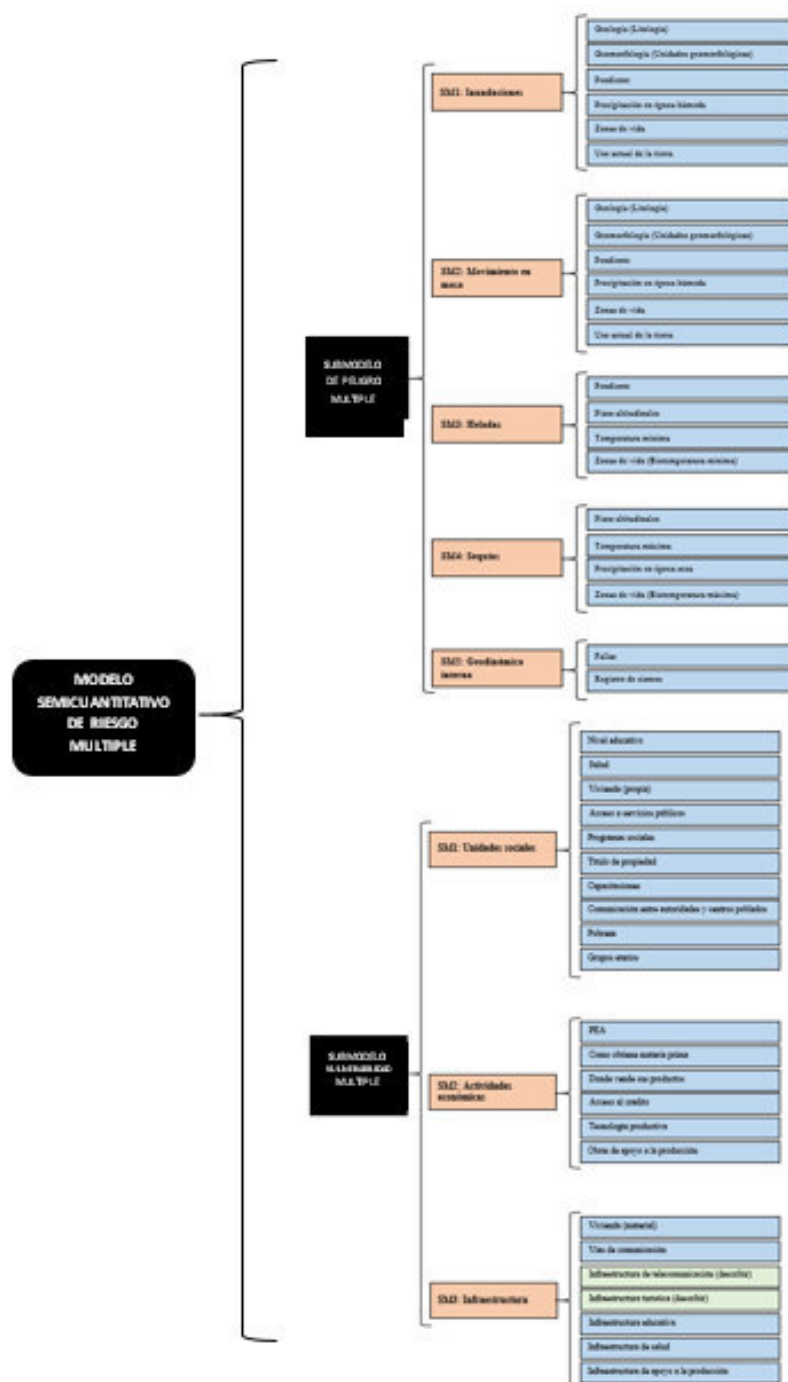
Este diseño consistió en implementar el modelo conceptual y las tablas del modelo lógico de datos en un SIG (en este caso el ArcGIS), a través de un Geodatabase. A continuación se muestra el diseño físico desarrollado:

**Figura N° 7: Diseño Físico de la Base de Datos en un SIG**



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura N° 8: Diseño Conceptual del Modelo Semicuantitativo de Riesgo Múltiple**



## 5.6. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES QUE INTEGRAN EL MODELO CONCEPTUAL

**Cuadro N° 12: Descripción de variables del Submodelo de Peligros Múltiples**

SUBMODELO DE PELIGROS MÚLTIPLES		
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	SUB MODELO
Geología	Concierno al estudio de las rocas, su origen, evolución y clasificación, asimismo incluye su composición, textura, estructura y distribución espacial. Una roca es un agregado de minerales, naturalinorgánico, heterogéneo, de composición química variable, sin forma geométrica determinada, como resultado de un proceso geológico definido.	Inundaciones Movimiento en masa
Precipitación épocas húmedas	Hace referencia a la cantidad de precipitación (mm/año) acumulada anual, expresada por rangos que presenta el periodo de época húmeda. Asimismo, se identifica su precipitación mínima y máxima por rangos.	Inundaciones Movimiento en masa
Temperatura mínima	Hace referencia al valor de temperatura más baja alcanzada (°C)	Heladas
Geomorfología	Descripción de las formas del terreno, la explicación de su génesis, es decir de su origen y evolución a través del tiempo geológico, así como la explicación y descripción de los agentes geomorfológicos modeladores. Se toma en consideración el paisaje dominante, el tipo de pendiente y el tipo de roca.	Inundaciones Movimiento en masa
Pendiente	Representa al grado de inclinación de los terrenos y se define como el ángulo formado por dos lados, siendo la forma conocida y de uso corriente de expresarla, en porcentaje (%).	Inundaciones Movimiento en masa Heladas
Zonas de vida	Representa la clasificación de las diferentes áreas terrestres según su comportamiento global bioclimático. Fue desarrollado por el botánico y climatólogo estadounidense Leslie Holdridge. En este sistema las zonas biogeográficas se clasifican según los efectos biológicos de la temperatura y las precipitaciones en la vegetación, en el supuesto de que estos factores abióticos son los principales determinantes del tipo de vegetación que se encuentra en una zona. Las zonas de vida se rigen según 4 ejes: biotemperatura, precipitación, piso altitudinal y región latitudinal. Cada zona de vida es la expresión de la relación de los organismos vivos con medio incluyendo al hombre.	Inundaciones Movimiento en masa Heladas
Uso actual de tierra	Evalúa y describe en un momento determinado la situación actual del uso de las tierras. Su importancia radica en que permite conocer de manera objetiva, la distribución espacial de las principales actividades de carácter productivo.	Inundaciones Movimiento en masa
Pisos Altitudinales	Representa el área geográfica en la cual existen factores comunes como el relieve, el clima, la flora, la fauna y el paisaje. Este criterio está basado en la integración de conocimientos tradicionales, toponímicos; la realidad geográfica, climática, florística, faunística, cultivos límites, paisaje y actividades humanas; reconoce para el territorio nacional ocho regiones naturales de los cuales.	Heladas

Fuente: Elaboración propia



**Cuadro N° 13: Descripción de variables del Submodelo de Vulnerabilidad Múltiple**

SUBMODELO DE VULNERABILIDAD MÚLTIPLE		
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	SUBMODELO
Nivel educativo	Porcentaje de población que no cuenta con nivel educativo.	Unidades Sociales
Tipo de vivienda (Propia)	Porcentaje de población que no cuenta con acceso a servicios de salud.	Unidades Sociales
Acceso a servicios públicos	Porcentaje de población que cuenta con servicios públicos.	Unidades Sociales
Posee Título de propiedad	Porcentaje de población que no cuenta con título de propiedad de sus viviendas.	Unidades Sociales
Capacitaciones	Porcentaje de población que no han recibido capacitación y/o asistencia técnica para mejorar su producción.	Unidades Sociales
Apoyo de algún programa social	Porcentaje de población que ha recibido apoyo de programas sociales.	Unidades Sociales
Comunicación entre autoridades locales y comunidad	Porcentaje de población que no mantiene comunicación o diálogo frecuente con sus autoridades locales o municipales.	Unidades Sociales
Población No Pobre INEI	Cantidad de habitantes que no es considerado pobre según fuente del INEI.	Unidades sociales
Población No Pobre SISFOH	Cantidad de habitantes que no es considerado pobre según fuente del SISFOH.	Unidades Sociales
Cobertura Salud	Porcentaje que no cuenta con acceso a servicios de salud.	Unidades sociales
Población por grupo etario	Cantidad de personas divididas en grupos según su nivel de edad, desde el nacimiento hasta los 4 años y la vejez desde los 60 años en adelante.	Unidades sociales
PEA	Cantidad de población que participa del mercado de trabajo ya sea que hayan encontrado un empleo o no.	Actividades económicas
Donde obtiene materia prima	Cantidad de población que compra materia prima, para la elaboración de productos, en su mismo centro poblado o fuera de este.	Actividades económicas
Donde vende sus productos	Porcentaje de productos que son comercializados en el mismo centro poblado o fuera de este.	Actividades económicas
Tecnología para su producción	Porcentaje de población que cuenta con tecnología para la producción artesanal.	Actividades económicas
Obras de apoyo a la producción	Porcentaje de población que considera que no existen obras de apoyo a su producción.	Actividades económicas
Acceso al crédito	Porcentaje de población de los centros poblados que no tiene la capacidad en solicitar un crédito a una entidad financiera.	Actividades económicas
Tipo de vivienda (Material)	Porcentaje de población que cuenta con una vivienda según su material de construcción.	Infraestructura
Vías de comunicación	Extensión en kilómetros de corredores viales teniendo en cuenta el tipo, ya sea carretera afirmada o carretera	Infraestructura
Infraestructura de Telecomunicación Sonora	Cantidad de emisoras de radios del centro poblado.	Infraestructura
Infraestructura de Telecomunicación Televisiva	Cantidad de televisoras del centro poblado.	Infraestructura
Infraestructura de Salud	Cantidad de infraestructura de salud en el centro poblado	Infraestructura
Infraestructura de apoyo a la producción	Cantidad de infraestructura de apoyo a la producción.	Infraestructura
Infraestructura Educativa	Porcentaje de instituciones educativas.	Infraestructura

*Fuente: Elaboración propia*

## **5.7. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LOS ATRIBUTOS, VARIABLES Y SUBMODELOS**

### **a. Criterios para la Valoración de atributos.**

Para el submodelo de Peligros Múltiples como criterio técnico para la calificación de los atributos de cada variable, se consideró el análisis de las características físicas de estas, puesto las cuales son quienes definen la ocurrencia y el nivel de los peligros; en función a ello, se les asignó valores numéricos tomando como referente la matriz de calificación (cuadro N° 11).

Para el submodelo de Vulnerabilidad Múltiple se ha considerado que todos los atributos que integran las diversas variables ingresan con el mismo peso en la valoración. Se asignó valores numéricos tomando como referente la matriz de calificación (cuadro N° 11).

### **b. Criterios para la Ponderación de variables.**

Para el submodelo de Peligros Múltiples, la ponderación de variables que conforman cada submodelo auxiliar se ha realizado asignando un determinado porcentaje según el grado de influencia de cada una de ellas, para lo cual, se ha tenido en cuenta la información disponible y trabajada, el nivel de escala de esta, complementada con un análisis de correlación visual entre lo observado en la imagen y el conocimiento técnico local del territorio; es decir, la ponderación de cada variable, ha tenido que ser ajustada y adecuada de acuerdo a la información disponible; precisando que, de contar con información a escala uniforme, el resultado cartográfico ponderado de los submodelos serían totalmente diferentes.

En el submodelo de Vulnerabilidad Múltiple, dado que todas las variables que integran los diversos submodelos auxiliares poseen el mismo grado de influencia, se ha determinado que la ponderación pasa a ser una media aritmética.

### **c. Criterios para la Ponderación de submodelos intermedios.**

En el submodelo de Peligros Múltiples, en este caso, no se ponderó a los submodelos intermedios asignándole un determinado porcentaje. Con la finalidad de no perder espacios de interés en el submodelo final, como son los niveles de peligro muy alto y alto, expresados cartográficamente en cada submodelo intermedio, se ha utilizado una Matriz Multicriterio (tablas de doble entrada) considerando los niveles de peligro bajo, medio, alto y muy alto de cada submodelo intermedio.

En el submodelo de Vulnerabilidad Múltiple, dado que todos los submodelos auxiliares poseen el mismo grado de influencia, la ponderación de submodelos intermedios pasa a ser una media aritmética, para determinar el submodelo final.

## 5.8. VALORACIÓN DE LOS ATRIBUTOS, VARIABLES Y SUBMODELOS AUXILIARES

### SUBMODELO PELIGROS MÚLTIPLES

#### a. Submodelo auxiliar Inundaciones

##### a.1. Variable Geología

La calificación de los atributos de esta variable se realizó teniendo en cuenta el grado de permeabilidad que tiene las rocas de cada formación geológica.

El siguiente cuadro muestra las calificación de las formaciones geológicas y su respectivo nivel de peligro ante una inundación según su grado de permeabilidad. Se puede apreciar que las formaciones Santa y Pariatambo son las que presentan menor peligro ante una inundación, además se puede apreciar que los depósitos aluviales se caracterizan por presentar una permeabilidad alta, debido a que están constituidos por material suelto y poroso. En el caso del intrusivo Riodacítico que está constituido por material consolidado e impermeable se le ha calificado con el mayor valor de peligro por inundación, pues permite la acumulación de agua en la superficie.

**Cuadro N° 14: Calificación de los atributos de la variable Geología en el Submodelo auxiliar de Inundaciones**

SÍMBOLO	NOMBRE	CALIFICACIÓN	NIVEL DE PELIGRO
Ki-pt	Formación Pariatambo	1.3	BAJO
Ki-sa	Formación Santa	1.3	
Qh-al	Depósitos Aluviales	1.4	MEDIO
Q-mo	Depósitos Morrénicos	1.5	
Ks-ju	Formación Jumasha	1.6	
Ki-ca	Formación Carhuaz	1.8	
Ki-chi	Formación Chimú	1.8	
Ki-fa	Formación Farrat	1.8	
Ki-ph	Formación Pariahuanca	1.8	
Ks-ce	Formación Cekendin	1.8	ALTO
Qh-gf	Depósitos Glaciofluviales	2.1	
Ki-oy	Formación Oyón	2.2	
Ki-chu	Formación Chulec	2.3	
N-mzgr	Intrusivo Monzogranítico	2.3	
PN-ca_s	Grupo Calipuy	2.3	
N-rd	Intrusivo Riodacítico	2.4	

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

## **a.2. Variable Geomorfología**

La calificación de los atributos de esta variable se ha realizado en función a la amplia variedad de caracteres geomorfológicos que presenta el distrito, que resultan de su compleja topografía y de la existencia de varios pisos altitudinales que condicionan ambientes morfoclimáticos característicos; es decir se ha tomado en cuenta la forma del relieve que presenta la superficie distrital; pues lugares con geoformas cuya topografía es plana, son más vulnerables a peligros por inundación, se le asignó valor muy alto, en cambio geoformas que presentan topografía pronunciada, se le asignó un valor bajo.

Teniendo en cuenta este criterio y tomando como referencia la matriz de valoración, se asignó valores a los respectivos atributos; el resultado se muestra en el siguiente cuadro, en la cual se puede apreciar los niveles de peligro de acuerdo a la valoración definida siendo los valores más altos para las superficies que poseen menos pendientes y son casi planas; mientras que el resto tiene valores medios y bajos con diferente valoración y corresponde a superficies inclinadas.

**Cuadro N° 15: Calificación de los atributos de la variable Geomorfología en el Submodelo auxiliar de Inundaciones**

SÍMBOLO	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	VALOR	NIVEL DE PELIGRO
LME-ri	Ladera de montaña empinada en rocas intrusivas	1.0	Bajo
LME-rmc	Ladera de montaña empinada en rocas metamórficas (cuarcitas)	1.0	
LME-rsa	Ladera de montaña empinada en rocas sedimentarias (areniscas)	1.0	
LME-rsc	Ladera de montaña empinada en rocas sedimentarias (calizas)	1.0	
LMFe-fsa	Ladera de montaña fuertemente empinada en rocas sedimentarias (areniscas)	1.0	
LMFe-rsc	Ladera de montaña fuertemente empinada en rocas sedimentarias (calizas)	1.0	
LMUME-rsa	Ladera de montaña ligeramente inclinada a moderadamente empinada en rocas sedimentarias (areniscas)	1.0	
LM LiME-rsc	Ladera de montaña ligeramente inclinada a moderadamente empinada en rocas sedimentarias (calizas)	1.0	
LMMe-ri	Ladera de montaña muy empinada en rocas intrusivas	1.0	
LMME-ri	Ladera de montaña moderadamente empinada en rocas intrusivas	1.0	
LMMe-fmc	Ladera de montaña muy empinada en rocas metamórficas (cuarcitas)	1.0	
LMME-rmc	Ladera de montaña moderadamente empinada en rocas metamórficas (cuarcitas)	1.0	
LM M e-rsa	Ladera de montaña muy empinada en rocas sedimentarias (areniscas)	1.0	
LMME-rsa	Ladera de montaña moderadamente empinada en rocas sedimentarias (areniscas)	1.0	
LM M e-rsc	Ladera de montaña muy empinada en rocas sedimentarias (calizas)	1.0	
LMME-rsc	Ladera de montaña moderadamente empinada en rocas sedimentarias (calizas)	1.0	
MgLi-s	Montaña glacial ligeramente inclinada en sedimentos	1.0	
MgLiME-s	Montaña glacial ligeramente inclinada a moderadamente empinada en sedimentos	1.0	
t-ri	Terraza no inundable	1.0	Alto
Ct-ini	Complejo de terrazas inundable y no inundable	2.2	
MgNcn-s	Montaña glacial nula o casi a nivel en sedimentos	2.6	Muy Alto

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"



### **a.3. Variable Pendiente**

La calificación de los atributos de esta variable se ha realizado en función a la relación que existe entre la inclinación del terreno y la ocurrencia de una inundación; pues a mayor inclinación del terreno, mayor será el escurrimiento del agua acumulada de las precipitaciones y por consiguiente será menor la probabilidad de ocurrencia de una inundación; por otro lado a menor inclinación del terreno, el escurrimiento es menor con tendencia a una mayor acumulación del agua y por lo tanto, mayor probabilidad de ocurrencia de las inundaciones.

Aplicando este criterio y tomando como referencia la matriz de calificación (Cuadro N°11), se valorizó los diversos atributos, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 16: Calificación de los atributos de la variable Pendiente en el Submodelo auxiliar de Inundaciones**

Tipo de pendiente	Rango %	Valor	Nivel de Peligro
Fuertemente empinada	> a 75 %	1.0	Bajo
Muy empinada	50 - 75 %	1.0	
Empinada	25 - 50 %	1.0	
Moderadamente empinada	15 - 25 %	1.0	
Ligeramente inclinada a moderadamente empinada	8 - 15 %	1.0	
Ligeramente inclinada	4 - 8 %	1.5	Medio
Nula o casi a nivel	0 - 4 %	2.6	Muy Alto

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

### **a.4. Variable Precipitación en época húmeda**

La calificación se ha realizado en función a la cantidad de agua de lluvia que cae a la superficie de la tierra en periodos húmedos; pues cantidades mayores de precipitación, caídas en un determinado espacio y tiempo, son las que generalmente originan las inundaciones; en este caso, a los rangos de precipitación comprendidos entre 1800 mm a más, se le asignó el valor de 3 equivalente a un nivel de peligro muy alto de inundación; en cambio a los rangos de precipitación comprendidos entre 900-1200 mm se les asignó un valor de 1.3 equivalente a un nivel de peligro bajo por inundaciones, conforme se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 17: Calificación de los atributos de la variable Precipitación en Época Húmeda en el Submodelo auxiliar de Inundaciones**

Rango de Precipitación (mm)	Valor	Nivel de Peligro
900-1000	1.3	Bajo
1000-1100	1.3	
1100-1200	1.3	
1200-1300	1.8	Medio
1300-1400	1.8	
1400-1500	1.8	
1500-1600	2.3	Alto
1600-1700	2.3	
1700-1800	2.3	
1800-1900	3.0	Muy Alto
1900-2000	3.0	
2000-2100	3.0	

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

#### **a.5. Variable Zonas de vida**

La calificación de los atributos de esta variable se ha realizado en función a la cantidad de agua de lluvia que cae a la superficie de la tierra; pues cantidades mayores de precipitación, caídas en un determinado espacio y tiempo, son las que generalmente originan las inundaciones; a continuación se presenta la calificación del atributo precipitación total anual de la variable Zonas de vida, aplicando el criterio antes mencionado:

**Cuadro N° 18: Calificación de los atributos de la variable Zonas de vida en el Submodelo auxiliar de Inundaciones**

Símbolo	Zona de Vida	Precipitación Total Anual (mm)	Valor	Nivel de Peligro
NT	Nival Tropical	750.00	1.0	Bajo
tp-AT	Tundra pluvial Alpino Tropical	854.05	1.2	
pmh-SaT	Paramo muy humedo Subalpino Tropical	919.50	1.5	Medio
bmh-MT	Bosque muy humedo Montano Tropical	1280.20	2.0	Alto
bh-MT	Bosque humedo Montano Tropical	1381.35	2.5	Muy Alto

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

#### **a.6. Variable Uso actual de tierra**

La calificación se ha realizado teniendo en cuenta el tipo de cobertura vegetal que cubre la superficie territorial; pues los terrenos que tienen una baja influencia en los peligros de inundación son los que albergan a bosques montañosos densos, a una vegetación arbustiva, a plantaciones forestales a pastos naturales, por cuanto permiten la infiltración del agua producto de las lluvias y frena la velocidad de escorrentía superficial; en cambio los espacios que tienen una muy alta influencia sobre los peligros de inundación, son las tierras degradadas, las tierras con vegetación escasa y afloramientos rocosos, los que presentan cultivos agrícolas y aún más los que alojan cuerpos de agua. La valoración y los niveles de peligro que presentan se detallan en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 19: Calificación de los atributos de la variable Uso Actual de la Tierra en el Submodelo auxiliar de Inundaciones**

TIPO DE COBERTURA VEGETAL	VALOR	NIVEL DE PELIGRO
Bosque natural y afloramiento rocoso	1.0	<b>Bajo</b>
Bosque natural y afloramiento rocoso	1.1	
Pastos naturales y bosque natural	1.3	
Afloramiento rocoso	1.4	
Pastos naturales y vegetación arbustiva	1.5	<b>Medio</b>
Vegetación arbustiva y afloramiento rocoso	1.6	
Pastos naturales, vegetación arbustiva y afloramiento rocoso	1.7	
Pastos naturales y vegetación escasa	1.8	
Vegetación arbustiva	1.8	
Pastos naturales y afloramiento rocoso	1.9	
Pastos cultivados y vegetación arbustiva	2.2	<b>Alto</b>
Pastos naturales	2.2	
Pastos naturales	2.2	
Pastos naturales y afloramiento rocoso	2.2	
Pastos naturales y bosque natural	2.2	
Pastos naturales y pastos cultivados	2.2	
Pastos naturales y pastos cultivados	2.2	
Pastos naturales y vegetación arbustiva	2.2	
Pastos naturales, vegetación arbustiva y afloramiento rocoso	2.2	
Pastos naturales y vegetación escasa	2.2	
Cultivos agrícolas y pasto natural	2.3	
Vegetación escasa y afloramiento rocoso	2.3	
Vegetación escasa	2.4	
Cultivos agrícolas	2.6	<b>Muy Alto</b>
Cultivos agrícolas y bosque natural	2.6	
Cultivos agrícolas y vegetación arbustiva	2.6	
Cultivos agrícolas y vegetación escasa	2.6	

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

**b. Submodelo auxiliar Movimientos en Masa**

**b.1. Variable Geología**

La cantidad de material que podría ser removido depende de las características físicas y químicas de la roca; por ejemplo si son inestables, o si son depósitos inconsolidados o si la roca es soluble, o es de escasa cristalización, textura afanítica o muy fina, estructura terrosa; además, si es rica en feldespatos y se encuentra en ambientes húmedos, en pendientes empinadas, etc., podría ser removida en grandes volúmenes y por lo consiguiente crear peligros de rango muy alto.

Tomando en cuenta lo expuesto, se ha llevado a cabo la calificación de los atributos de esta variable; asumiendo que los depósitos inconsolidados pertenecientes al cuaternario, están constituidos por materiales transportados y depositados formando terrazas bajas y medias en las riveras o márgenes de los ríos ofreciendo una baja estabilidad, son suelos inundables y frágiles para ser transportados por la corriente de agua de los ríos, sobre todo en épocas de recarga; por ello a este atributo se le asignó un valor que califica el nivel de peligro entre Alto y Muy Alto; sin embargo, las formaciones Farrat y Parihuanca están constituidas por rocas más estables, ofreciendo un nivel de peligro bajo respecto a los movimientos en masa.

**Cuadro Nº 20: Calificación de los atributos de la variable Geología en el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa**

Simbología	Litología	Valor	Nivel de Peligro
Ki-fa	Formación Farrat	1.4	<b>Bajo</b>
Ki-ph	Formación Parihuanca	1.4	
Ki-oy	Formación Oyón	1.7	
Ki-chi	Formación Chimú	1.8	<b>Medio</b>
N-mzgr	Intrusivo Monzogranítico	1.8	
N-rd	Intrusivo Riodacítico	1.8	
Qh-gf	Depósitos Glaciofluviales	1.8	
Ks-ju	Formación Jumasha	1.9	
PN-ca_s	Grupo Calipuy	1.9	
Qh-al	Depósitos Aluviales	2.2	
Ki-ca	Formación Carhuaz	2.3	<b>Alto</b>
Ki-chu	Formación Chulec	2.3	
Ki-pt	Formación Pariatambo	2.3	
Ki-sa	Formación Santa	2.3	
Ks-ce	Formación Cekendin	2.3	
Q-mo	Depósitos Morrénicos	2.6	<b>Muy Alto</b>

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

## **b.2. Variable Geomorfología**

La calificación se ha realizado tomando de base a la forma del paisaje y el nivel de la gradiente o pendiente del mismo, es decir a mayores pendientes, o zonas montañosas (de empinadas a muy empinadas) mayor será el peligro y/o riesgo; mientras que a menor pendiente acercándose a zonas planas o planicies, menor es el peligro y/o riesgo.

A continuación se muestra la calificación de los atributos de esta variable:

**Cuadro N° 21: Calificación de los atributos de la variable Geomorfología en el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa**

<b>Simbología</b>	<b>Unidad Geomorfológica</b>	<b>Valor</b>	<b>Nivel de Peligro</b>
MgNcn-s	Montaña glacial nula o casia a nivel en sedimentos	1.4	<b>Bajo</b>
MgLiME-s	Montaña glacial ligeramente inclinada a moderadamente empinada en sedimentos	1.5	<b>Medio</b>
T-ni	Terraza no inundable	1.6	
MgLi-s	Montaña glacial ligeramente inclinada en sedimentos	1.8	
LMME-ri	Ladera de montaña muy empinada en rocas intrusivas	1.9	
Ct-ini	Complejo de terrazas inundable y no inundable	2.0	<b>Alto</b>
LMLiME-rsa	Ladera de montaña ligeramente inclinada a moderadamente empinada en rocas sedimentarias (areniscas)	2.0	
LMME-ri	Ladera de montaña moderadamente empinada en rocas intrusivas	2.0	
LMME-rmc	Ladera de montaña muy empinada en rocas metamórficas (cuarcitas)	2.1	
LMME-rmc	Ladera de montaña moderadamente empinada en rocas metamórficas (cuarcitas)	2.1	
LMME-rsa	Ladera de montaña moderadamente empinada en rocas sedimentarias (areniscas)	2.1	
LME-ri	Ladera de montaña empinada en rocas intrusivas	2.2	
LMLiME-rsc	Ladera de montaña ligeramente inclinada a moderadamente empinada en rocas sedimentarias (calizas)	2.3	
LMME-rsa	Ladera de montaña muy empinada en rocas sedimentarias (areniscas)	2.3	
LMME-rsc	Ladera de montaña moderadamente empinada en rocas sedimentarias (calizas)	2.3	
LME-rmc	Ladera de montaña empinada en rocas metamórficas (cuarcitas)	2.4	
LME-rsa	Ladera de montaña empinada en rocas sedimentarias (areniscas)	2.4	
LME-rsc	Ladera de montaña empinada en rocas sedimentarias (calizas)	2.6	
LMFe-rsa	Ladera de montaña fuertemente empinada en rocas sedimentarias (areniscas)	2.6	<b>Muy Alto</b>
LMME-rsc	Ladera de montaña muy empinada en rocas sedimentarias (calizas)	2.7	
LMFe-rsc	Ladera de montaña fuertemente empinada en rocas sedimentarias (calizas)	2.8	

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

### **b.3. Variable Pendiente**

La pendiente tiene relación con el grado de resistencia de los suelos frente a la ocurrencia de deslizamientos, en efecto, los suelos que están ubicados en pendientes pronunciadas con textura pesada son los más propensos a ser deslizados luego de una fuerte y duradera precipitación; esto se debe a la capacidad de retención de agua, adquiriendo un peso adicional y debido a la gravedad tienden a deslizarse.

Teniendo en cuenta estos criterios y considerando el grado de influencia que estos tienen se calificaron los atributos de la variable Pendiente, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro Nº 22: Calificación de los atributos de la variable Pendiente en el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa**

<b>Tipo de pendiente</b>	<b>Rango (%)</b>	<b>Valor</b>	<b>Nivel de Peligro</b>
Nula o casia a nivel	0 - 4 %	1.1	Bajo
Ligeramente inclinada	4 - 8 %	1.2	
Ligeramente inclinada a moderadamente empinada	8 - 15 %	1.3	
Moderadamente empinada	15 - 25 %	1.7	Medio
Empinada	25 - 50 %	2.0	Alto
Muy empinada	50 - 75 %	2.5	Muy Alto
Fuertemente empinada	> a 75 %	3.0	

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

### **b.4. Variable Precipitación en época húmeda**

Las frecuentes variaciones de precipitación, que obviamente depende de las variaciones de temperatura y altitud, influyen en el drenaje superficial generando flujos de lodo y huaycos; a su vez genera inestabilidad en masas rocosas y en los depósitos inconsolidados; sus efectos, sobre todo de lluvias intensas y de larga duración que a su vez generan grandes cantidades de agua, modifican de manera constante las formas del relieve, por cuanto incrementa el cauce de los ríos y lagunas provocando inundaciones, produce movimiento en masa que afectan medios de vida de la población llegando hasta a la pérdida de vidas humanas.

El siguiente cuadro muestra la calificación de la variable precipitación, a mayor precipitación le corresponde una mayor calificación, pues como ya se mencionó en el apartado anterior, facilita la propensión de movimientos en masa.

**Cuadro N° 23: Calificación de los atributos de la variable Precipitación Húmeda en el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa**

Rango de Precipitación (mm)	Valor	Nivel de Peligro
900-1000	1.3	Bajo
1000-1100	1.3	
1100-1200	1.3	
1200-1300	1.8	Medio
1300-1400	1.8	
1400-1500	1.8	
1500-1600	2.3	Alto
1600-1700	2.3	
1700-1800	2.3	
1800-1900	3.0	Muy Alto
1900-2000	3.0	
2000-2100	3.0	

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

#### **b.5. Variable Zonas de Vida**

Las frecuentes variaciones de precipitación, que depende de las variaciones de temperatura y altitud, influyen en el drenaje superficial generando flujos de lodo y huaycos; a su vez genera inestabilidad en masas rocosas y en los depósitos inconsolidados; sus efectos, sobre todo de lluvias intensas y de larga duración que a su vez generan grandes cantidades de agua, modifican de manera constante las formas del relieve, por cuanto incrementa el cauce de los ríos y lagunas provocando inundaciones, produce movimiento en masa que afectan medios de vida de la población llegando hasta a la pérdida de vidas humanas.

El siguiente cuadro muestra la calificación de la variable zonas de vida tomando como base el dato de su precipitación total anual, considerando que a mayor precipitación le corresponde una mayor calificación, pues como ya se mencionó en el apartado anterior, facilita la propensión de movimientos en masa.

**Cuadro N° 24: Calificación de los atributos de la variable Zonas de vida en el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa**

Símbolo	Zona de Vida	Precipitación Total Anual (mm)	Valor	Nivel de Peligro
NT	Nival Tropical	750.00	1.1	Bajo
tp-AT	Tundra pluvial Alpino Tropical	854.05	1.4	
pmh-SaT	Paramo muy humedo Subalpino Tropical	919.50	1.8	Medio
bmh-MT	Bosque muy humedo Montano Tropical	1280.20	2.3	Alto
bh-MT	Bosque humedo Montano Tropical	1381.35	2.7	Muy Alto

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

#### **b.6. Variable Uso actual de tierra**

Para calificar los atributos de esta variable se toma en consideración el criterio del tipo y densidad de cobertura vegetal, de esto depende los grados de erosión de los suelos que se encuentran sobre todo en pendientes pronunciadas. A mayor vegetación hay mayor capacidad de proteger a los suelos de los efectos erosivos, dando mayor estabilidad y mantenimiento la forma del relieve, por otro lado los suelos desnudos o los suelos con escasa vegetación brindan una escasa protección a las laderas, acelera el desplazamiento y velocidad del agua de escorrentía superficial, lo cual favorece la propensión de los movimientos en masa. En el cuadro N° 23 se observa dicha ponderación.

#### **c. Submodelo auxiliar Heladas**

##### **c.1. Variable Pendiente**

La calificación de esta variable será dada de la siguiente manera, a menor pendiente se otorgará mayor valoración dado que en las zonas planas es donde se concentra el aire frío con mayor densidad y mayor peso de la humedad. En cambio a mayor pendiente se otorgará menor valoración, ya que el aire frío al tocar la pendiente se desliza a lo largo de esta hasta llegar al fondo del valle.

Por estos motivos la calificación de los tipos de la variable pendiente se hizo de la forma como se aprecia en el cuadro N° 25.



**Cuadro N° 25: Calificación de los atributos de la variable Uso actual de la tierra en el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa**

Tipo de Cobertura	Valor	Nivel de Peligro
Bosque natural y afloramiento rocoso	1.2	<b>Bajo</b>
Bosque natural y afloramiento rocoso	1.4	
Pastos naturales y bosque natural	1.4	
Pastos naturales, vegetación arbustiva y afloramiento rocoso	1.6	<b>Medio</b>
Afloramiento rocoso	1.7	
Pastos naturales y afloramiento rocoso	1.7	
Vegetación arbustiva y afloramiento rocoso	1.7	
Pastos cultivados y vegetación arbustiva	1.8	
Pastos naturales	1.8	
Pastos naturales y afloramiento rocoso	1.8	
Pastos naturales y bosque natural	1.8	
Pastos naturales y pastos cultivados	1.8	
Pastos naturales y vegetación arbustiva	1.8	
Pastos naturales y vegetación escasa	1.8	
Pastos naturales, vegetación arbustiva y afloramiento rocoso	1.8	
Vegetación arbustiva	1.8	
Pastos naturales	1.9	
Pastos naturales y vegetación escasa	2.0	<b>Alto</b>
Vegetación escasa y afloramiento rocoso	2.0	
Pastos naturales y pastos cultivados	2.1	
Vegetación escasa	2.2	
Cultivos agrícolas y pasto natural	2.3	
Cultivos agrícolas	2.8	<b>Muy Alto</b>
Cultivos agrícolas y bosque natural	2.8	
Cultivos agrícolas y vegetación arbustiva	2.8	
Cultivos agrícolas y vegetación escasa	2.8	

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

**Cuadro N° 26: Calificación de los atributos de la variable Pendiente en el Submodelo auxiliar de Heladas**

Tipo de pendiente	Rango %	Valoración	Nivel de Peligro
Nula o casi a nivel	0 - 4 %	2.6	Muy Alto
Ligeramente inclinada	4 - 8 %	1.5	Medio
Ligeramente inclinada a moderadamente empinada	8 - 15 %	1.0	Bajo
Moderadamente empinada	15 - 25 %	1.0	
Empinada	25 - 50 %	1.0	
Muy empinada	50 - 75 %	1.0	
Fuertemente empinada	> a 75 %	1.0	

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

La valoración en pendiente nula o casi a nivel es de 2.6 equivalente a un nivel de peligro muy alto; quiere decir, que los terrenos que presentan estos rangos de pendiente, presentan una muy alta susceptibilidad para ser afectado por el peligro de las heladas. Y es importante destacar esta zona porque tienen vocación natural para la producción de cultivos en limpio y de cultivos permanentes y ante la alta susceptibilidad de presentar heladas es riesgoso para el distrito.

La valoración en la pendiente ligeramente inclinada presenta una valoración de 1.5 equivalente a un nivel de peligro medio para el caso de las heladas.

La valoración en la pendiente ligeramente inclinada a moderadamente empinada, moderadamente empinada, empinada, muy empinada y extremadamente empinada es de 1 lo que equivale a un peligro bajo.

### **c.2. Variable Pisos altitudinales**

Se consideró el gradiente térmico vertical, el cual explica que a mayor altitud, la presión atmosférica es menor y la temperatura disminuye, es decir, los pisos altitudinales guardan relación con el clima, y este último con la ocurrencia de heladas.

Es por ello que la calificación de los atributos de esta variable será directamente proporcional a la altitud. A pisos altitudinales que presenten valores más altos en su rango altitudinal, tendrán una mayor valoración y presentarán un mayor nivel de peligro ya que a mayor altitud la temperatura disminuye y lo cual acrecienta el peligro ante la ocurrencia de una helada.

Bajo estos criterios, los atributos de esta variable fueron valorados, cuyo resultado se detalla en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 27: Calificación de los atributos de la variable Pisos altitudinales en el Submodelo auxiliar de Heladas**

Pisos Altitudinales	Valoración	Nivel de Peligro
Janca o Cordillera	3.0	Muy Alto
Puna	2.2	Alto
Suni	1.8	Medio
Quechua	1.4	Bajo

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

### **c.3. Variable Temperatura mínima**

Las fuertes variaciones de la temperatura, sobre todo descensos bruscos, originan las heladas, es por ello que esta variable tiene mucha influencia en el presente submodelo. Tiene una relación inversa con los pisos Altitudinales, pues a mayor altitud, menor temperatura pero mayor presencia de heladas; a menor altitud, mayor temperatura y menor presencia de heladas.

Por efectos del cambio climático, las temperaturas mínimas de ciertas zonas tienden a incrementarse, no significando la ausencia total de las heladas, sino por el contrario se tiene que seguir teniendo especial cuidado sobre estas zonas.

Por lo tanto, para relacionar la influencia de la temperatura sobre las heladas y de acuerdo al criterio técnico, también se ha asignado valores a los atributos de esta variable, los cuales se muestra en el siguiente Cuadro:

**Cuadro N° 28: Calificación de los atributos de la variable Temperatura mínima en el Submodelo auxiliar de Heladas**

Rangos de temperatura (C°)	Valoración	Nivel de Peligro
De -8 a -6	2.8	Muy Alto
De -6 a -4	2.8	
De -4 a -2	2.2	Alto
De -2 a 0	2.2	
De 0 a 2	1.7	Medio
De 2 a 4	1.7	
De 4 a 6	1.2	
De 6 a 8	1.2	
De 8 a 10	1.2	

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

#### **c.4. Variable Zonas de vida (biotemperatura mínima)**

Los descensos bruscos de temperatura, originan las heladas, es por ello que esta variable tiene mucha influencia en el presente submodelo. Tiene una relación inversa con los pisos Altitudinales, pues a mayor altitud, menor temperatura pero mayor presencia de heladas; a menor altitud, mayor temperatura y menor presencia de heladas.

Por efectos del cambio climático, las temperaturas mínimas de ciertas zonas tienden a incrementarse, no significando la ausencia total de las heladas, sino por el contrario se tiene que seguir teniendo especial cuidado sobre estas zonas.

Por lo tanto, para relacionar la influencia de la temperatura sobre las heladas y de acuerdo al criterio técnico, también se ha asignado valores a los atributos de esta variable, los cuales se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 29: Calificación de los atributos de la variable Zonas de vida en el Submodelo auxiliar de Heladas**

<b>Símbolo</b>	<b>Zona de Vida</b>	<b>Biotemperatura Mínima (°C)</b>	<b>Valor</b>	<b>Nivel de Peligro</b>
NT	Nival Tropical	1.50	2.8	Muy Alto
tp-AT	Tundra pluvial Alpino Tropical	3.20	2.3	Alto
pmh-SaT	Paramo muy humedo Subalpino Tropical	3.80	1.9	Medio
bmh-MT	Bosque muy humedo Montano Tropical	6.50	1.5	
bh-MT	Bosque humedo Montano Tropical	12.60	1.2	Bajo

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

#### **d. Submodelo auxiliar Sequías**

##### **d.1. Variable Pisos altitudinales**

Las diferencias de altitud son un factor importante que explica las diferentes condiciones climáticas (variaciones de temperatura, precipitación) y de suelo que a su vez condicionan la distribución de las especies de flora y de fauna.

La calificación de atributos, se ha realizado considerando los rangos altitudinales que caracteriza a cada piso altitudinal; pues, como observamos en el siguiente cuadro, las regiones Quechua y Suni que son las de menor rango altitudinal se les ha asignado una valoración alta, debido a que por lo general en estas zonas la precipitación pluvial es menor (considerando los otros pisos altitudinales presentes en el distrito), la temperatura ambiental es alta y la evapotranspiración potencial también es alta, propiciando sequias y

escases de agua en épocas marcadas del año, es por ello que se les ha calificado con un nivel de peligro alto.

Bajo este criterio y tomando como referencia la matriz de valoración, se asignó valores a los respectivos atributos; el resultado se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 30: Calificación de los atributos de la variable Pisos Altitudinales en el Submodelo auxiliar de Sequías**

Pisos Altitudinales	Rango Altitudinal (m.s.n.m.)	Valor	Nivel de Peligro
Janca o Cordillera	4800 - 6746	1.0	Bajo
Puna	4000 - 4800	1.4	
Suni	3500 - 4000	1.8	Medio
Quechua	2300 - 3500	2.3	Alto

*Fuente: Elaboración propia*

## **d.2. Variable Temperatura máxima**

Considerando que, la temperatura también es una variable que influye en la ocurrencia de las sequías, se ha realizado la calificación de sus atributos que vienen a ser los rangos de temperatura; estableciendo el criterio en el sentido que a mayor temperatura, mayor es la evapotranspiración y propicia un clima seco; mientras que a menor temperatura, el ambiente es más frío, la evaporación y transpiración de las plantas es lenta; por consiguiente se da una menor evapotranspiración, caracterizando un clima húmedo; el resultado de la calificación, se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 31: Calificación de los atributos de la variable Temperatura máxima en el Submodelo auxiliar de Sequías**

Rangos de temperatura (C°)	Valor	Nivel de Peligro
8 - 10	1.1	Bajo
10 - 12	1.1	
12 - 14	1.5	Medio
14 - 16	1.5	
16 - 18	2.2	Alto
18 - 20	2.2	
20 - 22	2.8	Muy Alto

*Fuente: Elaboración propia*

### **d.3. Variable Precipitación época seca**

En este caso, la calificación de los atributos se ha realizado en función a la influencia que tienen los rangos de precipitación existentes en la superficie del distrito, sobre la manifestación de las sequías; pues cantidades inferiores de precipitación, respecto a lo normal, caídas en un determinado espacio y tiempo, son las que generalmente originan las sequías, a los cuales se les asignó un valor de 2.8 a 3 equivalente a la ocurrencia de un nivel de peligro muy alto de sequías; en cambio a los rangos de precipitación comprendido entre los 900 mm a más, se les asignó un valor de 1 equivalente a la ocurrencia de un nivel de peligro bajo de sequías.

Bajo este criterio y con el propósito de establecer el comportamiento de las precipitaciones frente a las sequías, se realizó la calificación de los atributos de esta variable, cuyo resultado se detalla en el siguiente cuadro:

**Cuadro Nº 32: Calificación de los atributos de la variable Precipitación época seca en el Submodelo auxiliar de Sequías**

Rangos de Precipitación	Valor	Nivel de Peligro
900 - 950	1.0	Bajo
900 - 950	1.0	
900 - 950	1.0	
850 - 900	1.3	
800 - 850	1.5	Medio
750 - 800	1.7	
700 - 750	1.9	
700 - 750	1.9	
650 - 700	2.2	Alto
600 - 650	2.4	
600 - 650	2.4	
550 - 600	2.8	Muy Alto
500 - 550	3.0	

*Fuente: Elaboración propia*

### **d.4. Variable Zonas de vida (biotemperatura máxima)**

La calificación de los atributos se ha realizado en función a los valores de biotemperatura máxima; estableciendo el criterio en el sentido que a mayor temperatura, mayor es la evapotranspiración y propicia un clima seco; mientras que a menor temperatura, el ambiente es más frío, la evaporación y transpiración de las plantas es lenta; por

consiguiente se da una menor evapotranspiración, caracterizando un clima húmedo; el resultado de la calificación, se muestra en el Cuadro N°33:

**Cuadro N° 33: Calificación de los atributos de la variable Zonas de Vida en el Submodelo auxiliar de Sequías**

Simbología	Zona de Vida	Biotemperatura Máxima	Valor	Nivel
NT	Nival Tropical	1.5	1.0	Bajo
tp-AT	tundra pluvial Alpino Tropical	3.2	1.0	
pmh-SaT	paramo muy humedo Subalpino Tropical	6.0	1.2	
bmh-MT	bosque muy humedo Montano Tropical	10.9	2.0	Alto
bh-MT	bosque humedo Montano Tropical	17.9	2.5	Muy alto

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

#### e. Submodelo auxiliar de Inundaciones

La ponderación representa el grado de influencia que tienen las variables sobre la manifestación de los diferentes niveles de peligro por inundación y se expresa en porcentaje. Se asignó un determinado porcentaje a cada una de las variables que conforman el submodelo; para ello, se ha tenido en cuenta principalmente, el nivel de escala de la información disponible y procesada; es decir la ponderación de las variables, ha tenido que ser ajustadas tratando de adecuarlas a la realidad en función al conocimiento técnico de las características físicas y locales del territorio, a la variable precipitación se le asignó una ponderación del 2.5%; a las variables litología, geomorfología y pendiente se les asignó una ponderación del 10, 35 y 35% respectivamente; a la variable uso actual, se le asignó una ponderación del 15%.

La ponderación de las respectivas variables se muestra el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 34: Ponderación de las variables que conforman el Submodelo auxiliar de Inundaciones – Submodelo de Peligros Múltiples**

Variable	Ponderación (%)
Geología	10
Geomorfología	35
Pendiente	35
Precipitación	2.5
Zonas de vida	2.5
Uso actual	15

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en el cuadro, para obtener el submodelo de inundación, se integraron cinco variables, empleando el siguiente algoritmo:

**Algoritmo**

**SM1\_Inundaciones =**

$$0.10 * \text{Geología} + 0.35 * \text{Geomorfología} + 0.35 * \text{Pendiente} + 0.025 * \text{Precipitación} + 0.025 * \text{Zonas de Vida} + 0.15 * \text{Uso Actual}$$

#### **f. Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa**

La ponderación de variables que integran el presente submodelo intermedio se expresa en porcentaje; en este análisis se considera a la Pendiente, a la Geomorfología y al Uso actual como las variables que condicionan la ocurrencia de estos peligros naturales, por esta razón se les asignó un 40%, 20% y 20% de influencia; seguido por la Geología como también un factor importante, al que se le asignó un porcentaje de 15% de influencia; la Precipitación y Zonas de Vida tienen menor influencia en los efectos por movimientos en masa. La ponderación de las respectivas variables se muestra en el siguiente cuadro:

***Cuadro N° 35: Ponderación de las variables que conforman el Submodelo auxiliar de Movimientos en Masa – Submodelo de Peligros múltiples***

<b>Variable</b>	<b>Ponderación</b>
Geología	15%
Geomorfología	20%
Pendiente	40%
Precipitación	2.50%
Zonas de vida	2.50%
Uso actual	20%

*Fuente: Elaboración propia*

Para obtener el submodelo se integraron las seis variables, utilizándose el siguiente algoritmo:

**Algoritmo**

**SM2\_MovMasa =**

$$0.15 * \text{Geología} + 0.20 * \text{Geomorfología} + 0.40 * \text{Pendiente} + 0.025 * \text{Precipitación} + 0.025 * \text{Zonas de Vida} + 0.20 * \text{Uso Actual}$$



#### **g. Submodelo auxiliar de Heladas**

Para ponderar las variables del submodelo heladas también se asignó a cada una un determinado porcentaje; teniendo en cuenta el nivel de escala de la información disponible y procesada. Se le asignó una ponderación del 50% y del 30% a las variables de Zonas de vida y Temperatura mínima respectivamente debido que estas variables dan información acerca de la precipitación y temperatura, y se considera a estas como condicionantes sobre la manifestación de las heladas, a la variable pendiente se le asignó una ponderación de 10% que solamente influye en el deslizamiento del aire frío hacia los valles interandinos. Y a la variable pisos altitudinales también se le asignó 10% por una cuestión de correlación espacial.

Por lo tanto, la ponderación de las variables de este submodelo intermedio, también responde a los niveles de escala de la información trabajada y que se ha tenido disponible. El resultado se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 36: Ponderación de las variables que conforman el Submodelo auxiliar de Heladas – Submodelo de Peligros múltiples**

<b>Variable</b>	<b>Ponderación</b>
Pendiente	10%
Pisos altitudinales	10%
Temperatura mínima	30%
Zona de vida	50%

*Fuente: Elaboración propia*

Para obtener el submodelo se integraron las cuatro variables, utilizándose el siguiente algoritmo:

**Algoritmo**

**SM3\_Heladas =**

**$0.10 \cdot \text{Pendiente} + 0.10 \cdot \text{Pisos altitudinales} + 0.30 \cdot \text{Temperatura mínima} + 0.50 \cdot \text{Zonas de Vida}$**

#### **h. Submodelo auxiliar de Sequías**

La ponderación de las variables de este submodelo intermedio, también responde a los niveles de escala de la información trabajada y que se ha tenido disponible. La ponderación consistió en asignar un determinado porcentaje a cada variable según su grado de influencia sobre la manifestación de los diferentes niveles de peligro por sequías. Se le asignó un 40%

a la variable Zonas de Vida, la cual proporciona información de precipitación y temperatura y además está más ajustada a lo que es la topografía. A la variable precipitación solo se le asigna 10% por presentar una débil correlación con la realidad. La ponderación de las respectivas variables se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 37: Ponderación de las variables que conforman el Submodelo auxiliar de Sequías – Submodelo de Peligros múltiples**

Variable	Ponderación
Pisos altitudinales	30%
Temperatura máxima	20%
Precipitación	10%
Zona de vida	40%

*Fuente: Elaboración propia*

Para obtener el submodelo se integraron las cuatro variables, utilizándose el siguiente algoritmo:

**Algoritmo**

**SM4\_Sequias =**

**0.10\*Precipitación + 0.30\* Pisos altitudinales +**  
**0.20\* Temperatura máxima + 0.40\* Zonas de**  
**Vida**

#### **i. Submodelo auxiliar de Geodinámica Interna**

El submodelo de Geodinámica interna comprende a las variables: Fallas Geológicas y Registros Históricos de Sismos.

Este submodelo no ha sido trabajado pues no se cuenta con una metodología que permita identificar fenómenos relacionados con el diastrofismo (fallas, sismos) y con el vulcanismo que expresan los efectos de la Geodinámica Interna.

Por lo tanto, no se ha realizado ni calificación de atributos, ni ponderación de variables, pero se presenta un mapa donde se evidencia la ocurrencia histórica de fallas geológicas y de sismos.

De allí que, los registros históricos revelan la evolución temporal de eventos relacionados con los peligros por efecto de la Geodinámica Interna, es decir, de fuerzas internas que

producen fallas, originan montañas, sismos, así como manifestaciones volcánicas en determinadas zonas a lo largo del tiempo.

Se consideran importantes por cuanto permite conocer la magnitud de ocurrencia histórica de estos eventos, es decir, contar con datos históricos para poder comparar con la ocurrencia actual de estos, brindando la posibilidad de predecir periodos de retorno de estos eventos; de manera que se tenga una mayor aproximación a la realidad, y haga posible la formulación de políticas y estrategias adecuadas, orientadas a la atención de los referidos eventos.

## **SUBMODELO VULNERABILIDAD MÚLTIPLE**

### **a. Submodelo auxiliar Unidades Sociales**

#### **a.1. Variable Nivel educativo**

A mayor porcentaje de población del centro poblado estudiado que no cuenta con nivel educativo, mayor será la valoración debido a que representa mayor vulnerabilidad.

**Cuadro N° 38: Calificación de atributos de la Variable Nivel Educativo**

<b>Rango de Variable</b>	<b>Valoración</b>
4 - 8	1.3
8 - 15	1.8
15 - 22	2.3
22 - 31	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

#### **a.2. Variable Salud**

A mayor porcentaje de población del centro poblado que no cuenta con accesos servicios de salud, mayor será la valoración dado que representa mayor vulnerabilidad.

**Cuadro N° 39: Calificación de atributos de la Variable Salud**

<b>Rango de Variable</b>	<b>Valoración</b>
8 - 15	1.3
15 - 22	1.8
22 - 40	2.3
40 - 60	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

#### **a.3. Variable Vivienda (propia)**

A mayor porcentaje de población del centro poblado que no cuenta con vivienda propia, mayor será la valoración dado que representa mayor vulnerabilidad.

**Cuadro N° 40: Calificación de atributos de la Variable Vivienda (propia)**

Rango de Variable	Valoración
8 - 20	1.3
20 - 35	1.8
35 - 50	2.3
50 - 60	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

#### **a.4. Variable Acceso a servicios públicos**

A mayor porcentaje de población del centro poblado que cuenta con el servicio básico correspondiente, menor será la valoración dada que representa menor vulnerabilidad.

**Cuadro N° 41: Calificación de atributos de la Variable Acceso a servicios públicos (agua)**

Rango de Variable (Agua)	Valoración
89.0 – 93.0	3.0
93.0 – 96.0	2.3
96.0 - 98.5	1.8
98.5 – 100.0	1.3

*Fuente: Elaboración propia*

**Cuadro N° 42: Calificación de atributos de la Variable Acceso a servicios públicos (desagüe)**

Rango de Variable (Desagüe)	Valoración
8 – 40	3.0
40 – 65	2.3
65 – 90	1.8
90 – 100	1.3

*Fuente: Elaboración propia*

**Cuadro N° 43: Calificación de atributos de la Variable Acceso a servicios públicos (electricidad)**

Rango de Variable (Electricidad)	Valoración
25 - 50	3.0
50 - 85	2.3
85 - 92	1.8
92 - 100	1.3

*Fuente: Elaboración propia*

Dado que esta variable contempla tres aspectos (agua, desagüe y electricidad) se utilizará el siguiente algoritmo, en donde se realiza un promedio simple para obtener una valoración final.

$$\text{Variable Acceso a servicios públicos} = (\text{Agua} + \text{Desagüe} + \text{Electricidad}) / 3$$

#### **a.5. Variable Programas sociales**

A mayor porcentaje de población que ha recibido apoyo de programas sociales, será menor la valoración dada debido a que representa menor vulnerabilidad.

**Cuadro N° 44: Calificación de atributos de la Variable Programas Sociales**

Rango de Variable	Valoración
10 - 30	3.0
30.0 - 45.5	2.3
45.5 – 55.0	1.8
55 - 75	1.3

*Fuente: Elaboración propia*

#### **a.6. Variable Título de propiedad**

A mayor porcentaje de población del centro poblado estudiado que no cuenta con título de propiedad, será mayor la valoración dada debido a que representa mayor vulnerabilidad.

**Cuadro N° 45: Calificación de atributos de la Variable Título de propiedad**

<b>Rango de Variable</b>	<b>Valoración</b>
7 - 20	1.3
20 - 30	1.8
30 - 45	2.3
45 - 70	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

#### **a.7. Variable Capacitaciones**

A mayor porcentaje de población del centro poblado estudiado que no cuenta con capacitación y/o asistencia técnica para mejorar su producción, mayor la valoración dada debido a que representa mayor vulnerabilidad.

**Cuadro N° 46: Calificación de atributos de la Variable Capacitaciones**

<b>Rango de Variable</b>	<b>Valoración</b>
45 - 60	1.3
60 - 75	1.8
75 - 85	2.3
85 - 95	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

#### **a.8. Variable Comunicación entre autoridades y centros poblados**

A mayor porcentaje de población del centro poblado que no mantiene comunicación o diálogo frecuente con sus autoridades locales o municipales, será mayor la valoración dada debido a que representa mayor vulnerabilidad.

**Cuadro N° 47: Calificación de atributos de la Variable Comunicación entre autoridades y centros poblados (Autoridades locales y población)**

Rango de Variable (Autoridades locales y población)	Valoración
0 - 10	1.3
oct-17	1.8
17 - 25	2.3
25 - 35	3.0

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro N° 48: Calificación de atributos de la Variable Comunicación entre autoridades y centros poblados (Autoridades municipales y población)**

Rango de Variable (Autoridades municipales y población)	Valoración
0 - 10	1.3
10 - 25	1.8
25 - 50	2.3
50 - 75	3.0

Fuente: Elaboración propia

Dado que esta variable contempla dos aspectos, con las autoridades locales y las autoridades municipales, se utilizará el siguiente algoritmo, en donde se realiza un promedio simple para obtener una valoración final.

$$\text{Variable Comunicación entre autoridades y centros poblados} = (pV\_ALyCC + pV\_AMyCC) / 2$$

#### **a.9. Variable Pobreza**

A mayor cantidad de habitantes del centro poblado estudiado que no es considerado pobre según fuente del INEI y SISFOH, será mayor la valoración dada debido a que representa mayor vulnerabilidad.



**Cuadro N° 49: Calificación de atributos de la Variable Pobreza (Fuente: INEI)**

Rango de Variable (Fuente: INEI)	Valoración
0 - 120	3.0
120 - 300	2.3
300 - 500	1.8
500 - 850	1.3

*Fuente: Elaboración propia*

**Cuadro N° 50: Calificación de atributos de la Variable Pobreza (Fuente: SISFOH)**

Rango de Variable (Fuente: SISFOH)	Valoración
0 - 100	3.0
100 - 250	2.3
250 - 500	1.8
500 - 1100	1.3

*Fuente: Elaboración propia*

Dado que esta variable contempla dos aspectos, según la fuente, se utilizará el siguiente algoritmo en donde se realiza un promedio simple para obtener una valoración final.

$$\text{Variable Pobreza} = (pV\_NoP1 + pV\_NoP2) / 2$$

#### **a.10. Variable Grupos Etarios**

A mayor porcentaje de población del centro poblado estudiado que se encuentre entre las edades de 0 y 4 años o que sean mayores de 65 años se les dará una mayor valoración debido a que las personas en estas edades representan mayor vulnerabilidad.

**Cuadro N° 51: Calificación de atributos de la Variable Grupos Etarios (0-4años)**

Rango de Variable (0-4años)	Valoración
0 - 20	1.3
20 - 70	1.8
70 - 170	2.3
170 - 300	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

**Cuadro N° 52: Calificación de atributos de la Variable Grupos Etarios (mayores a 65 años)**

Rango de Variable (mayor a 65 años)	Valoración
20 - 25	1.3
25 - 40	1.8
40 - 120	2.3
120 - 240	3.0

Dado que esta variable contempla dos grupos etarios, se utilizará el siguiente algoritmo en donde se realiza un promedio simple para obtener una valoración final.

$$\text{Variable Grupos Etarios} = (pV\_0a4 + pV\_may65) / 2$$

## **b. Submodelo auxiliar Actividades Económicas**

### **b.1. Variable Población Económicamente Activa**

A mayor cantidad de población considerada como Población Económicamente Activa (PEA), tanto en Agricultura o Ganadería, mayor será la valoración debido a que representa una mayor vulnerabilidad en las actividades económicas.

**Cuadro N° 53: Calificación de atributos de la Variable Población Económicamente Activa (Agricultura)**

Rango de Variable	Valoración
15 - 30	1.3
30 - 55	1.8
55 - 75	2.3
75 - 100	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

**Cuadro N° 54: Calificación de atributos de la Variable Población Económica Activa (Ganadería)**

Rango de Variable	Valoración
0 - 3	1.3
3 - 7	1.8
7 - 12	2.3
12 - 18	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

Dado que esta variable contempla a Agricultura y Ganadería, se utilizará el siguiente algoritmo en donde se realiza un promedio simple para obtener una valoración final.

$$\text{Variable PEA} = (\text{pV\_PEAgr} + \text{pV\_PEAGn}) / 2$$

## **b.2. Variable Como obtiene materia prima**

A mayor cantidad de población que compra la materia prima en su mismo centro poblado, mayor será la valoración debido a que representa una mayor vulnerabilidad en las actividades económicas.

**Cuadro N° 55: Calificación de atributos de la Variable Como obtiene materia prima (dentro su mismo centro poblado)**

Rango de Variable	Valoración
3 - 10	1.3
10 - 17	1.8
17 - 30	2.3
30 - 50	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

A mayor cantidad de población que compra la materia prima en Huaraz, menor será la valoración debido a que representa menor vulnerabilidad en las actividades económicas.

**Cuadro N° 56: Calificación de atributos de la Variable Como obtiene materia prima (en Huaraz)**

Rango de Variable	Valoración
6 - 15	3.0
15 - 30	2.3
30 - 50	1.8
50 - 60	1.3

*Fuente: Elaboración propia*

Dado que esta variable contempla dos lugares en donde se compra la materia prima, se utilizará el siguiente algoritmo en donde se realiza un promedio simple para obtener una valoración final.

$$\text{Variable Como obtiene materia prima} = (\text{pV}_{\text{CMPcp}} + \text{pV}_{\text{CMPhz}}) / 2$$

### **b.3. Variable Donde vende sus productos**

A mayor cantidad de población que vende sus productos en su mismo centro poblado, mayor será la valoración debido a que representa una mayor vulnerabilidad en las actividades económicas.

**Cuadro N° 57: Calificación de atributos de la Variable Donde se vende sus productos (dentro de su mismo centro poblado)**

Rango de Variable	Valoración
7 - 20	1.3
20 - 35	1.8
35 - 50	2.3
50 - 100	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

A mayor cantidad de población que vende sus productos fuera de su centro poblado, mayor será la valoración debido a que representa mayor vulnerabilidad en las actividades económicas.

**Cuadro N° 58: Calificación de atributos de la Variable Donde se vende sus productos (fuera de su centro poblado)**

Rango de Variable	Valoración
5 - 30	3.0
30 - 65	2.3
65 - 80	1.8
80 - 95	1.3

*Fuente: Elaboración propia*

Dado que esta variable contempla dos lugares en donde la población vende sus productos, se utilizará el siguiente algoritmo en donde se realiza un promedio simple para obtener una valoración final.

$$\text{Variable Donde se vende sus productos} = (pV\_DVCp + pV\_DVot) / 2$$

#### **b.4. Variable Acceso al crédito**

A mayor cantidad de población sin acceso al crédito, mayor será la valoración debido a que representa una mayor vulnerabilidad en la actividad económica.

**Cuadro N° 59: Calificación de atributos de la Variable Acceso al crédito**

Rango de Variable	Valoración
55 - 75	1.3
75 - 86	1.8
86 - 95	2.3
95 - 100	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

#### **b.5. Variable Tecnología productiva**

A mayor cantidad de población que utiliza tecnología para su producción artesanal, mayor será la valoración debido a que representa mayor vulnerabilidad en la actividad económica.

**Cuadro N° 60: Calificación de atributos de la Variable Tecnología Productiva (Artesanal)**

Rango de Variable	Valoración
40 - 65	1.3
65 - 80	1.8
80 - 90	2.3
90 - 100	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

A mayor cantidad de población que utiliza tecnología para su producción semindustrial, menor será la valoración debido a que representa menor vulnerabilidad en la actividad económica.

**Cuadro N° 61: Calificación de atributos de la Variable Tecnología productiva (Semindustrial)**

Rango de Variable	Valoración
0 - 8	3.0
8 - 20	2.3
20 - 28	1.8
28 - 35	1.3

Dado que esta variable contempla dos aspectos en donde la población cuenta con tecnología productiva, se utilizará el siguiente algoritmo en donde se realiza un promedio simple para obtener una valoración final.

$$\text{Variable Tecnología Productiva} = (pV\_TPA + pV\_TPSi) / 2$$

#### **b.6. Variable Obras de apoyo a la producción**

A mayor porcentaje de población que considera que no existen obras de apoyo a la producción, mayor será la valoración debido a que representa mayor vulnerabilidad en la actividad económica.

**Cuadro N° 62: Calificación de atributos de la Variable Obras de apoyo a la producción**

Rango de Variable	Valoración
50 - 65	1.3
65 - 75	1.8
75 - 88	2.3
88 - 98	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

**c. Submodelo auxiliar Infraestructura**

**c.1. Variable Vivienda (material)**

A mayor porcentaje de población que tiene su vivienda construida de tierra, mayor será la valoración debido a que representa mayor vulnerabilidad en la infraestructura por lo débil y poco seguro que es el material.

**Cuadro N° 63: Calificación de atributos de la Variable Vivienda (Material: Tierra)**

Rango de Variable	Valoración
50 - 72	1.3
72 - 85	1.8
85 - 98	2.3
98 - 100	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

A mayor porcentaje de población que tiene su vivienda construida de concreto, menor será la valoración debido a que representa menor vulnerabilidad en la infraestructura por lo fuerte y resistente que es material.

**Cuadro N° 64: Calificación de atributos de la Variable Vivienda (Material: Concreto)**

Rango de Variable	Valoración
0 - 4	3.0
4 - 12	2.3
12 - 25	1.8
25 - 35	1.3

*Fuente: Elaboración propia*

Dado que esta variable contempla dos tipos de materiales de construcción se utilizará el siguiente algoritmo en donde se realiza un promedio simple para obtener una valoración final.

$$\text{Variable Vivienda} = (pV\_TVMt + pV\_TVMc) / 2$$



## **c.2. Variable Vías de comunicación**

A mayor cantidad de kilómetros de vía afirmada, menor será la valoración debido a que representa menor vulnerabilidad en la infraestructura por la resistencia de la construcción.

**Cuadro N° 65: Calificación de atributos de la Variable Vías de comunicación (Carretera Afirmada)**

Rango de Variable	Valoración
0 - 5	3.0
5 - 20	2.3
20 - 40	1.8
40 - 60	1.3

*Fuente: Elaboración propia*

A mayor cantidad de kilómetros de vía asfaltada, menor será la valoración debido a que representa menor vulnerabilidad en la infraestructura por la resistencia de la construcción.

**Cuadro N° 66: Calificación de atributos de la Variable Vías de comunicación (Carretera Asfaltada)**

Rango de Variable	Valoración
0 - 3	3.0
3 - 10	2.3
10 - 30	1.8
30 - 55	1.3

*Fuente: Elaboración propia*

Dado que esta variable contempla dos tipos de carretera se utilizará el siguiente algoritmo en donde se realiza un promedio simple para obtener una valoración final.

$$\text{Algoritmo: } (pV\_VCAf + pV\_VCAs) / 2$$

**c.3. Variable Infraestructura de telecomunicación sonora**

No existe calificación alguna dado que todo se concentra en el C. P. San Marcos.

**c.4. Variable Infraestructura de telecomunicación televisiva**

No existe calificación alguna dado que todo se concentra en el C. P. San Marcos.

**c.5. Variable Infraestructura educativa**

A mayor porcentaje de población sin nivel educativo, mayor será la valoración debido a que representa mayor vulnerabilidad en la infraestructura educativa.

***Cuadro N° 67: Calificación de atributos de la Variable Infraestructura educativa (Nivel Educativo)***

Rango de Variable	Valoración
4 - 8	1.3
8 - 15	1.8
15 - 22	2.3
22 - 31	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

A mayor cantidad de ausencia de instituciones educativas, mayor será la valoración debido a que representa mayor vulnerabilidad en la infraestructura educativa.

***Cuadro N° 68: Calificación de atributos de la Infraestructura educativa (Cantidad de instituciones educativas)***

Rango de Variable	Valoración
1	1.3
2	1.8
3	2.3
4	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

Dado que esta variable contempla dos aspectos se utilizará el siguiente algoritmo en donde se realiza un promedio simple para obtener una valoración final.

$$\text{Variable } (pVi\_NE + pVi\_IE) / 2$$

#### **c.6. Variable Infraestructura de salud**

A mayor porcentaje de población que no accede a servicio de salud, mayor será la valoración debido a que representa mayor vulnerabilidad en la infraestructura.

**Cuadro N° 69: Calificación de atributos de la Variable Infraestructura de salud**

Rango de Variable	Valoración
8 - 15	1.3
15 - 22	1.8
22 - 40	2.3
40 - 60	3.0

*Fuente: Elaboración propia*

#### **c.7. Variable Infraestructura de apoyo a la producción**

A mayor porcentaje de población que considera que no cuentan con obras de apoyo a la producción, mayor será la valoración debido a que representa mayor vulnerabilidad en la actividad económica.

**Cuadro N° 70: Calificación de atributos de la Variable Infraestructura de apoyo a la producción**

Rango de Variable	Valoración
50 - 65	3.0
65 - 75	2.3
75 - 88	1.8
88 - 98	1.3

*Fuente: Elaboración propia*

## **5.9. VALORACIÓN DE LOS SUBMODELOS DE PELIGROS MÚLTIPLES Y VULNERABILIDAD MÚLTIPLE**

### **a. Submodelo de Peligros Múltiples**

La ponderación de cada submodelo auxiliar mide el grado de representatividad espacial de los niveles de peligro en cada espacio del territorio del distrito; y conduce a la obtención del submodelo de peligros múltiples.

Para delimitar el grado de influencia de cada submodelo intermedio sobre la manifestación de peligros múltiples, se ha utilizado una Matriz Multicriterio, que consistió en la elaboración de matrices que permitan obtener e identificar cartográficamente zonas con niveles de peligro de interés para el territorio del distrito.

En ese sentido, el criterio de utilizar la matriz multicriterio, fue mantener zonas que reflejen de preferencia niveles de peligro muy altos compatibles con el conocimiento técnico local del territorio.

La generación del submodelo de peligros múltiples (ppm), se realizó mediante la unión e integración de tres submodelos: El SM 1 de inundaciones, el SM 2 de movimientos en masa, el SM 3 de heladas y el SM 4 de sequías.

Con el uso de la Matriz Multicriterio se logró realizar una intersección entre los niveles de peligro de cada submodelo intermedio; por ejemplo en la Matriz N° 01 el nivel de peligro bajo del SM1 con el nivel de peligro bajo del SM2, el resultado es bajo, al cual se le asigna un valor de 1.3; pero para el nivel de peligro bajo del SM1, con el nivel de peligro medio del SM2, el valor a asignar está en función al análisis que se haga, es decir que es lo que se requiere, que reste o sume el nivel de peligro que está en cuestión, que para este caso se ha requerido que sume el nivel de peligro medio, por ello se le asignó el valor de 1.8, así se continua con el análisis hasta completar los valores en la respectiva matriz; esta matriz resultante, se vuelve analizar con el siguiente submodelo; cabe precisar que los valores de cada matriz resultante, son procesados mediante el software ArcGis obteniendo su respectivo mapa.

A continuación se presentan las matrices que relacionan Submodelos auxiliares, llegando al final a determinar las ponderaciones para el submodelo de Peligros Múltiples:

**Cuadro N° 71: Matriz Multicriterio N°1**  
**relaciona Inundaciones (SM1) con Movimientos en Masa (SM2)**

<b>SM 1 \ SM 2</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>	<b>No aplica</b>
<b>Bajo</b>	1.3	1.8	1.8	3.0	99.0
<b>Medio</b>	1.8	1.8	2.3	3.0	99.0
<b>Alto</b>	1.8	2.3	2.3	3.0	99.0
<b>Muy alto</b>	3.0	3.0	3.0	3.0	99.0
<b>No aplica</b>	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

**Cuadro N° 72: Matriz Multicriterio N°2**  
**relaciona Matriz N°1 (M1) con Heladas (SM3)**

<b>Matriz1 \ SM 3</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>	<b>No aplica</b>
<b>Bajo</b>	1.3	1.8	1.8	3.0	99.0
<b>Medio</b>	1.8	1.8	2.3	3.0	99.0
<b>Alto</b>	1.8	2.3	2.3	3.0	99.0
<b>Muy alto</b>	3.0	3.0	3.0	3.0	99.0
<b>No aplica</b>	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0

"Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

**Cuadro N° 73: Matriz Multicriterio N°3**  
**relaciona Matriz N°2 (M2) con Sequías (SM4)**

<b>Matriz2 \ SM 4</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>	<b>No aplica</b>
<b>Bajo</b>	1.3	1.8	1.8	3.0	99.0
<b>Medio</b>	1.8	1.8	2.3	3.0	99.0
<b>Alto</b>	1.8	2.3	2.3	3.0	99.0
<b>Muy alto</b>	3.0	3.0	3.0	3.0	99.0
<b>No aplica</b>	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0

Fuente: "Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash"

#### **b. Submodelo de Vulnerabilidad Múltiple**

La ponderación de cada submodelo auxiliar mide el grado de representatividad espacial de los niveles de vulnerabilidad en cada espacio del territorio del distrito; y conduce a la obtención del submodelo de vulnerabilidad múltiple.

Para delimitar el grado de influencia de cada submodelo intermedio sobre la manifestación de vulnerabilidad múltiple, se ha considerado que estos tienen el mismo grado de incidencia en el modelo, por lo que se ha considerado que los submodelos intermedios ingresan al proceso de integración con el mismo coeficiente de ponderación, es decir, el proceso de integración se resume en una media aritmética:

**Algoritmo**

$$SM\_VULN\_MULTIPLE = \frac{(SM\_Unid\_Sociales + SM\_Activ\_Econ + SM\_Infraest)}{3}$$

#### **5.10. VALORACIÓN DEL MODELO SEMICUANTITATIVO DE RIESGO MÚLTIPLE**

Para la ponderación e integración del modelo final se ha empleado una matriz multicriterio propuesto por el ITC (2011) para la evaluación semicuantitativa de riesgos. Esta es un cuadro de doble entrada, que tiene la particularidad de conservar las características espaciales y grado de influencia de los submodelos de peligros múltiples y vulnerabilidad múltiple. Esta matriz mantiene zonas que reflejan los niveles de riesgo compatibles con el conocimiento técnico local del territorio.

**Cuadro N° 74: Matriz Multicriterio de Riesgo Múltiple**

<b>VM \ PM</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>
<b>Bajo</b>	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO
<b>Medio</b>	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
<b>Alto</b>	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
<b>Muy alto</b>	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO

*Fuente: ITC, 2011.*

Como es una matriz semicuantitativa contiene cierto valor subjetivo, lo que hace que los niveles resultantes no sean producto de una multiplicación matricial, sino de aproximaciones subjetivas (ITC, 2011).

## 5.11. INTEGRACIÓN Y MODELAMIENTO FINAL

Para integrar las variables y aplicar los criterios definidos anteriormente, se hace uso de funciones de Geoprocesamiento del Software ArcGIS 10.1 y de la plataforma de modelamiento Model Builder, finalmente se corre el proceso y se obtiene el mapa final de los submodelos correspondientes al diseño conceptual:

### ➤ Submodelo de Peligros Múltiples

#### a. Elaboración del modelo en la plataforma Model Builder

**Figura N° 9: Diseño Model Builder del Submodelo Peligros Múltiples**



*Fuente: Elaboración propia*

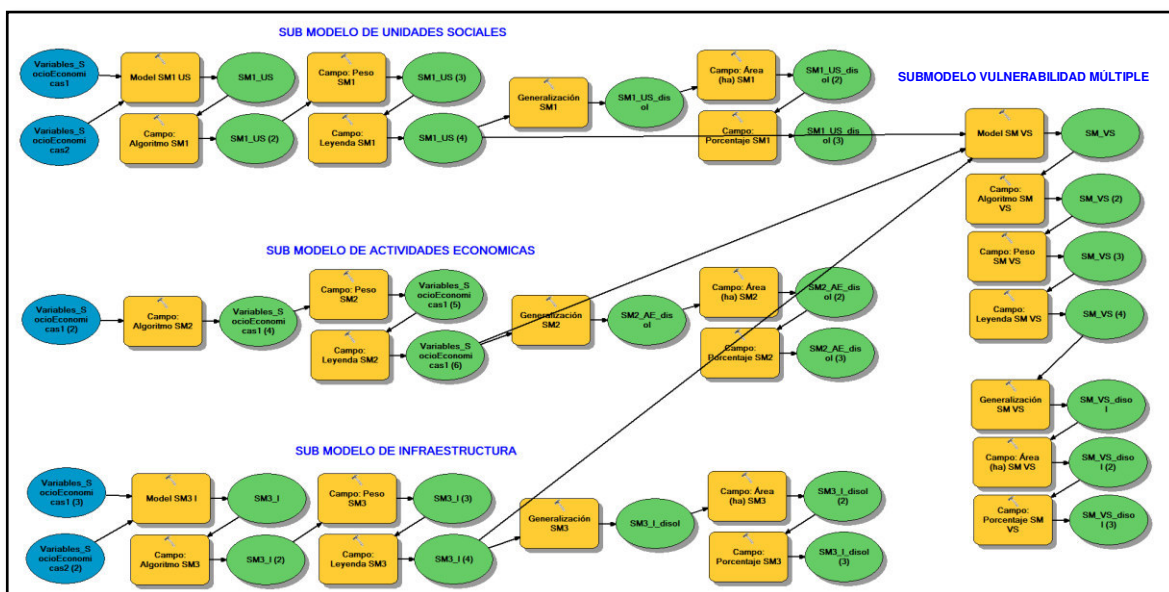
#### b. Corrida del proceso de modelamiento

Una vez diseñado el Submodelo en la plataforma Model Builder, se procede a correr e implementar los criterios en la base de datos y así lograr cada uno de los submodelos intermedios del Submodelo de Peligros Múltiples.

➤ **Submodelo de Vulnerabilidades Múltiples**

a. **Elaboración del modelo en la plataforma Model Builder**

**Figura N° 10** Modelo físico – lógico del Submodelo Vulnerabilidad Múltiple



*Fuente: Elaboración propia*

b. **Corrida del proceso de modelamiento**

Una vez diseñado el Submodelo en la plataforma Model Builder, se procede a correr e implementar los algoritmos en la base de datos y así lograr cada uno de los Submodelos auxiliares y del Submodelo de Vulnerabilidad Múltiple.



## VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 6.1. SUBMODELO DE PELIGROS MÚLTIPLES

#### 6.1.1. ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO AUXILIAR DE INUNDACIONES

Este submodelo refleja zonas donde potencialmente existe niveles de peligro por inundación: alto, medio y bajo; existiendo además otras zonas que reflejan un nivel de peligro con valoración cero conformadas por la minera Antamina y cuerpos de agua.

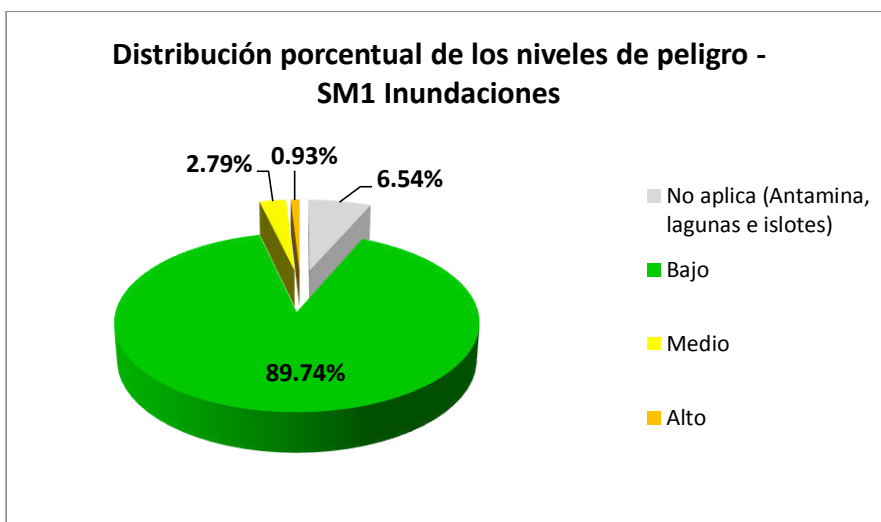
El siguiente cuadro muestra que el 89.74 % del territorio del distrito está expuesto a un nivel de peligro bajo por inundaciones y solamente el 0.93% del territorio está expuesto a un nivel de peligro alto por inundación.

**Cuadro N° 75: Niveles de Peligros por Inundación**

Nivel de Peligro	Ponderacion Inundacion	Área (ha)	Porcentaje (%)
No aplica (Antamina, lagunas e islotes)	0.0	3675.35	6.54
Bajo	1.3	50415.36	89.74
Medio	1.8	1566.79	2.79
Alto	2.3	520.96	0.93

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura N° 11: Distribución porcentual de los niveles de peligro – SM1 Inundaciones**



*Fuente: Elaboración propia*

A continuación se realiza el análisis y la interpretación de los diferentes niveles de peligro por inundación:

#### **a) Nivel Alto**

Abarca una extensión superficial de 520.96 ha, que equivale al 0.93% del área estudiada; representa zonas muy expuestas a inundaciones, debido a que se localizan en superficies con pendientes planas a ligeramente inclinadas cuyo rango va de 0 a 4% aproximadamente, en las cuales generalmente se practica una actividad agropecuaria extensiva; allí las inundaciones son causadas por fuertes precipitaciones y por los grandes volúmenes de descargas provenientes de las zonas altas de las cuencas; cuyos efectos negativos tienen una alta incidencia en los medios de vida y en la población que se encuentra asentada en esos lugares.

Las zonas más representativas, se ubican ocupando territorio de los centros poblados estudiados de San Marcos, Rancas y Santa Cruz de Mosna que geomorfológicamente corresponden a planicies y a montañas glaciales nulas.

#### **b) Nivel Medio**

Ocupa una superficie de 1566.79 ha, que equivale al 2.79% del área estudiada; representa zonas donde las inundaciones son de menor incidencia respecto a la anterior, por cuanto corresponde a terrenos cuyos rangos de pendiente van del 4 al 8%, posibles de ser evidenciados en épocas de una notable intensidad y duración de las lluvias; por la configuración del paisaje, se localizan ocupando áreas contiguas a las áreas de nivel de peligro alto.

En esta zona no se encuentra ningún centro poblado estudiado pero si de la totalidad de centros poblados que es Bellavista Huamanin.

#### **c) Nivel Bajo**

Corresponde la mayor superficie de este submodelo abarcando un total de 50415.36 ha. lo que equivale a 89.74% del distrito, se localizan en casi toda la superficie distrital ocupando preferentemente laderas montañosas con rangos de pendiente mayores a 8%; aspecto que acelera la velocidad del agua de escorrentía producido por las fuertes precipitaciones hacia las partes bajas de la cuenca, favoreciendo el incremento de los peligros por inundación en estas zonas; sin embargo, en zonas donde la densa vegetación, compuesto por vegetación natural, bosques naturales y pastos naturales, no permite que se inunden, por el contrario permiten la infiltración de una buena parte del agua de lluvia hacia el perfil del suelo; el agua que discurre alimenta el caudal de los ríos que en algunas de estas zonas nacen.

En esta zona encontramos los siguientes centros poblados estudiados: Carhuayoc, Pichiu Quenuaragua, Challhuayaco, Carash, Huaripampa Central, Gaucho, Pichiu San Pedro y Pujun Pampa.

### 6.1.2. ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO AUXILIAR DE MOVIMIENTO DE MASAS

Este submodelo refleja zonas donde potencialmente existe diferentes niveles de peligro por movimientos en masa: muy alto, alto, medio y bajo; existiendo además otras zonas que reflejan un nivel de peligro con valoración cero conformadas por la minera Antamina y cuerpos de agua.

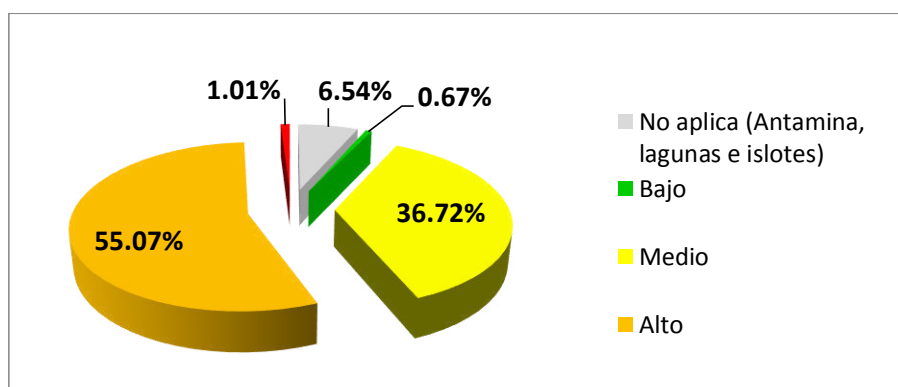
El siguiente cuadro muestra que el 55.07 % del territorio del distrito está expuesto a un nivel de peligro alto por movimientos en masa y solamente el 0.67% del territorio está expuesto a un nivel de peligro bajo por movimientos en masa.

**Cuadro Nº 76: Niveles de Peligros por Movimientos de Masas**

Nivel de Peligro	Ponderación Movimientos en Masa	Área (ha)	Porcentaje (%)
No Aplica (Antamina, lagunas e islotes)	0.0	3675.35	6.54
Bajo	1.3	375.65	0.67
Medio	1.8	20626.48	36.72
Alto	2.3	30934.86	55.07
Muy Alto	3	566.12	1.01

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura Nº 12: Distribución porcentual de los niveles de peligro - SM2 - Movimientos en Masa**



*Fuente: Elaboración propia*

A continuación se realiza el análisis y la interpretación de los diferentes niveles de peligro por movimientos en masa:

**a) Nivel Muy Alto**

Simbolizado con el color rojo, este nivel abarca una extensión superficial de 566.12 ha, que equivale al 1.01% del área estudiada; en su mayoría representa zonas con un rango de pendiente mayor a 75%, es decir, fuertemente inclinado.

Asimismo, es considerado en la mayoría de casos como zonas sin uso alguno y en menor porcentaje de uso pecuario. En cuanto a su precipitación total anual tiene un promedio de 1000mm aproximadamente.

Son consideradas como las zonas más críticas del distrito y no se ubica ningún centro poblado.

**b) Nivel Alto**

Simbolizado con el color naranja, este nivel abarca una extensión superficial de 30934.86 ha, que equivale al 55.07% del área estudiada; representa áreas donde los terrenos se ubican en pendientes pronunciadas principalmente con rangos de pendiente de 25-50%; en cuanto a precipitación total anual, se tiene un promedio de 1000mm aproximadamente.

Comprende los siguientes centros poblados estudiados: Carhuayoc, Pichiu Quenuaragua, Challhuayaco, Carash, Huaripampa Central, Gaucho, Pichiu San Pedro y Pujun Pampa.

**c) Nivel Medio**

Simbolizado con el color amarillo, este nivel ocupa una superficie de 20626.48 ha, que equivale al 36.72% del área estudiada. Corresponde a zonas donde los suelos presentan mayormente pendiente de 15 – 25% con precipitación total anual de 900mm aproximadamente, poseedor de pastos naturales como cobertura vegetal y sin uso actual.

Asimismo existen zonas muy dispersa observándose mayor concentración en territorio de los centros poblados estudiados San Marcos, Santa Cruz de Mosna y Rancas.

**d) Nivel Bajo**

Simbolizado con el color verde, este nivel ocupa una extensión de 375.65 ha lo que equivale a 0.67%% del distrito, corresponde a suelos cuya pendiente es de 0-4% con una precipitación total anual de 900mm aproximadamente.

La zona, en su totalidad, es de pastos naturales y su uso actual corresponde a pecuario o sin uso. Este nivel se extiende sobre el centro poblado estudiado Canrash.

### 6.1.3. ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO AUXILIAR DE HELADAS

Este modelo representa cartográficamente los niveles de peligro de heladas en el distrito de San Marcos, clasificándolo en bajo, medio y alto. Esto en consecuencia del cruce de información de las diferentes variables que presenta el submodelo, compuestas por su valoración de cada uno de sus atributos y la ponderación de las respectivas variables.

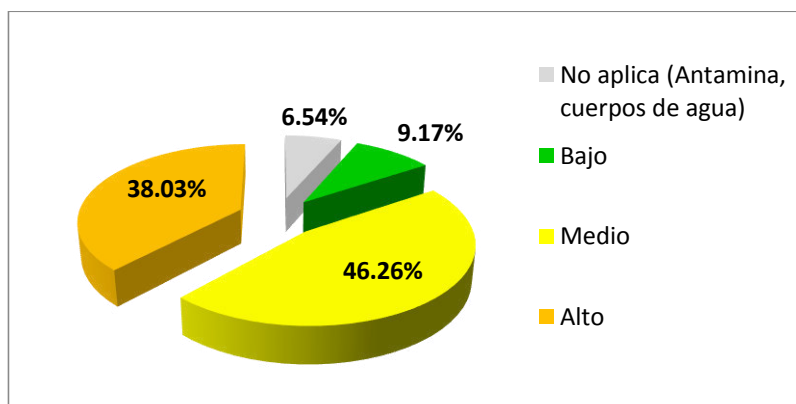
El siguiente cuadro muestra que aproximadamente el 38% del territorio está expuesto a problemas relacionados con heladas y un 46% del área estudiada también posee cierta predisposición ante la ocurrencia de heladas.

**Cuadro N° 77: Niveles de Peligros por Heladas**

Ponderación SM Heladas	Nivel de peligro	Área (ha)	Porcentaje (%)
0.0	No aplica (Antamina, cuerpos de agua)	3675.35	6.54
1.3	Bajo	5150.14	9.17
1.8	Medio	25986.72	46.26
2.3	Alto	21366.31	38.03

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura N° 13: Distribución porcentual de los niveles de peligro – SM3 - Heladas**



*Fuente: Elaboración propia*

A continuación se realiza el análisis y la interpretación de los diferentes niveles de peligro por heladas.

#### a) Nivel Alto

Este nivel está simbolizado con el color naranja y refleja zonas con un valor alto referente a la presencia del peligro de helada. Abarca un área de 21366.31 ha, es decir el 38.03% del total de la superficie del distrito de San Marcos.

En cuanto a características de la zona, predomina un rango de pendiente de 15-25%, el piso altitudinal es Puna, el rango de temperatura mínima en época húmeda entre -6 y -4 °C con un promedio de precipitación total anual de 900mm aproximadamente, la zona de vida correspondiente en la mayoría de este nivel es Tundra Pluvial Alpino Tropical con una biotemperatura mínima de 3.2°C.

Con respecto a población, se han ubicado cuatro centros poblados no estudiados los cuales son los siguientes: Contonga, Mashra Pampa, Canrash y Tucto.

#### **b) Nivel Medio**

Este nivel está simbolizado con el color amarillo y representa zonas con un valor medio referente a la presencia del peligro de helada. Abarca un área de 25986.72 ha, es decir el 46.26% del total de la superficie del distrito de San Marcos.

En cuanto a características de la zona, predomina un rango de pendiente de 15-25%, el piso altitudinal es Puna, el rango de temperatura mínima en época húmeda entre 0 y 2°C con un promedio de precipitación total anual de 1000mm aproximadamente, la zona de vida correspondiente en la mayoría de este nivel es Páramo muy húmedo Subalpino Tropical con una biotemperatura mínima de 3.8°C. Con respecto a población, existen cuatro centros poblados estudiados los cuales son San Marcos, Pichiu Quenuaragua, Chalhuayaco y Pichiu San Pedro.

#### **c) Nivel Bajo**

Este nivel está simbolizado con el color verde y representa zonas con un valor bajo referente a la presencia del peligro de helada. Abarca un área de 5150.14 ha, es decir el 9.17% del total de la superficie del distrito de San Marcos.

En cuanto a características de la zona, predomina un rango de pendiente de 50-75%, el piso altitudinal es Suni, el rango de temperatura mínima en época húmeda entre 4 y 6°C con un promedio de precipitación total anual de 1300mm aproximadamente, la zona de vida correspondiente en la mayoría de este nivel es Bosque Húmedo Montano Tropical con una biotemperatura mínima de 12.6°C.

### **6.1.4. ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO AUXILIAR DE SEQUÍAS**

Este modelo representa cartográficamente los niveles de peligro de sequías en el distrito de San Marcos, clasificándolo en bajo, medio, alto y muy alto. Esto en consecuencia del cruce de

información de las diferentes variables que presenta el submodelo, compuestas por su valoración de cada uno de sus atributos y la ponderación de las respectivas variables.

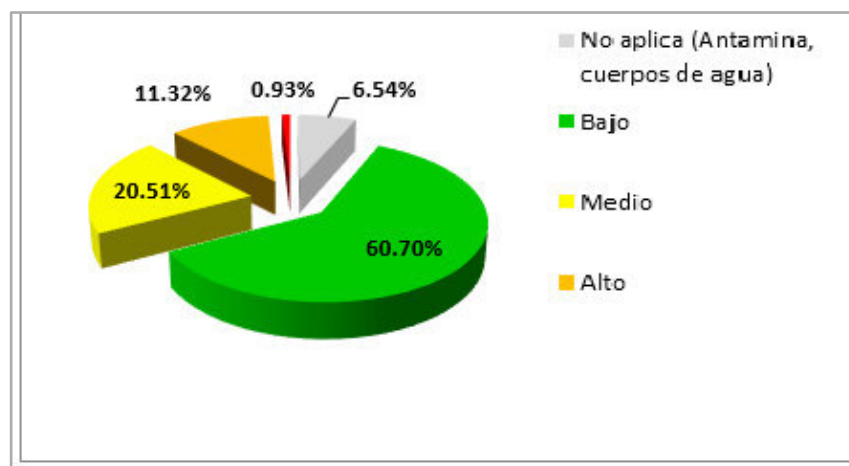
El siguiente cuadro muestra que aproximadamente un 12% del territorio distrital está expuesto a problemas asociados con Sequías. Y aproximadamente el 80% del territorio tiene nivel entre bajo a medio de peligros asociado a Sequías.

***Cuadro N° 78: Niveles de Peligros por Sequías***

<b>Ponderación SM Sequía</b>	<b>Nivel de peligro</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
0.00	No aplica (Antamina, cuerpos de agua)	3675.35	6.54
1.30	Bajo	34102.49	60.70
1.80	Medio	11520.84	20.51
2.30	Alto	6357.97	11.32
3.00	Muy alto	521.87	0.93

*Fuente: Elaboración propia*

***Figura N° 14: Distribución porcentual de los niveles de peligro – SM4 - Sequías***



*Fuente: Elaboración propia*

#### **a) Nivel Muy Alto**

Este nivel está simbolizado con el color rojo y refleja zonas con un valor muy alto referente a la presencia del peligro de sequía. Abarca un área de 521.87 ha, es decir el 0.93% del total de la superficie del distrito de San Marcos.

En cuanto a características de la zona, en su mayoría corresponde al piso altitudinal Quechua con una altitud entre los 2300 y 3500 msnm, rango de temperatura máxima entre 20 y 22 °C, rango de precipitación en época seca entre 500 y 600mm y la zona de vida es Bosque húmedo Montano Tropical con una biotemperatura máxima 17.9°C.

Con respecto a población, existen dos centros poblados estudiados, Carash y Huaripampa Central, dentro de este nivel.

#### **b) Nivel Alto**

Este nivel está simbolizado con el color naranja y refleja zonas con un valor alto referente a la presencia del peligro de sequía. Abarca un área de 6357.97 ha, es decir el 11.32% del total de la superficie del distrito de San Marcos.

En cuanto a características de la zona, en su mayoría corresponde al piso altitudinal Quechua con una altitud entre los 2300 y 3500 msnm, rango de temperatura máxima entre 18 y 20 °C, rango de precipitación en época seca entre 650 y 700mm y en cuanto zona de vida le corresponde Bosque húmedo Montano Tropical con una biotemperatura máxima 17.9°C.

Con respecto a población, existen los siguientes centros poblados estudiados: San Marcos, Carhuayoc, Pichiu Quenuaragua, Challhuayaco, Santa Cruz de Mosna, Rancas, Gaucho, Pichiu San Pedro y Pujun Pampa.

#### **c) Nivel Medio**

Este nivel está simbolizado con el color amarillo y refleja zonas con un valor medio referente a la presencia del peligro de sequía. Abarca un área de 11520.84 ha, es decir el 20.51% del total de la superficie del distrito de San Marcos.

En cuanto a características de la zona, en su mayoría corresponde al piso altitudinal

Puna con una altitud entre los 4000 y 4800 msnm, rango de temperatura máxima entre 18 y 20 °C, rango de precipitación en época seca entre 750 y 800mm y en cuanto zona de vida le corresponde Páramo muy humedo Subalpino Tropical con una biotemperatura máxima 6°C.

En esta zona no existe ningún centro poblado estudiado pero alguno de los centros poblados en general se encuentra Opayaco y Quinhuaragra.



**d) Nivel de Peligro Bajo**

Este nivel está simbolizado con el color verde y refleja zonas con un valor bajo referente a la presencia del peligro de sequía. Abarca un área de 34102.49 ha, es decir el 60.70% del total de la superficie del distrito de San Marcos.

En cuanto a características de la zona, en su mayoría corresponde al piso altitudinal Puna con una altitud entre los 4000 y 4800 msnm, rango de temperatura máxima entre 12 y 14 °C, rango de precipitación en época seca entre 850 y 900mm y en cuanto zona de vida le corresponde Tundra pluvial Alpino Tropical con una biotemperatura máxima 3.2°C.

#### 6.1.5. ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO DE PELIGROS MÚLTIPLES

El presente submodelo es el resultado de la integración espacial de los mapas de los submodelos intermedios: Inundación, Movimientos en masa, Heladas y Sequías.

Este submodelo permite identificar zonas donde existe la probabilidad de que se manifiesten múltiples peligros relacionados con inundaciones, heladas, sequías y movimientos en masa; es decir refleja la probable manifestación de peligros con nivel Muy Alto, Alto, Medio y Bajo, pudiendo afectar a las sociedades humanas y a sus medios de vida o pueden desencadenar escenarios de riesgo y/o desastre, en caso de que encuentren unidades sociales expuestas en condiciones de vulnerabilidad.

Debido a esto, los peligros múltiples constituyen una limitante para encarar procesos de desarrollo sustentable en el territorio, demandando la formulación de políticas y estrategias de nivel regional, orientadas a reducir la vulnerabilidad del territorio y a garantizar la sostenibilidad de los procesos de desarrollo.

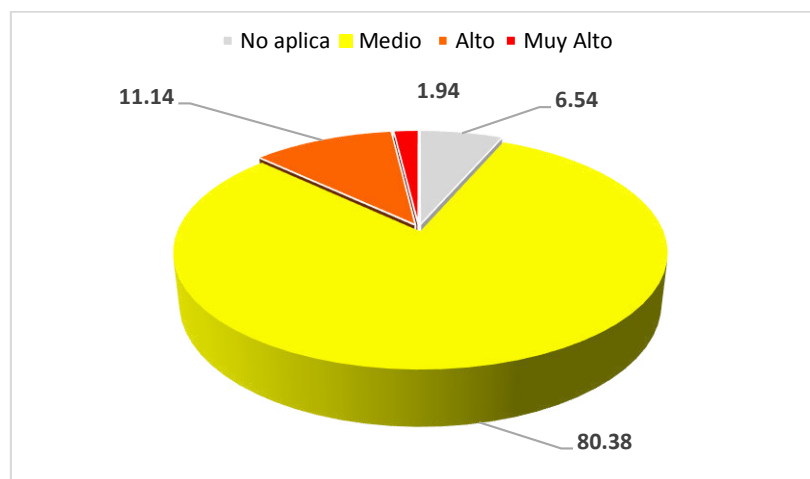
El siguiente cuadro detalla el área y el porcentaje de los espacios expuestos a diferentes niveles de peligros múltiples.

**Cuadro N° 79: Niveles de Peligros Múltiples**

Nivel de Peligro	Valores	Área (ha)	Porcentaje (%)
No aplica	0.0	3675.35	6.54
Medio	1.3	45154.9	80.38
Alto	1.8	6260.21	11.14
Muy Alto	2.3	1087.99	1.94

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura N° 15: Distribución porcentual de los niveles de peligro - Submodelo Peligros Múltiples**



*Fuente: Elaboración propia*

El Grafico N°5 muestra que el 1.94% del distrito de San Marcos, está expuesto a un nivel muy alto; el 11.14% a un nivel alto, y el 80.38% a un nivel medio, en lo que respecta a peligros múltiples.

A continuación se realiza el análisis y la interpretación de los diferentes niveles de peligros múltiples presentes en el distrito:

#### **a) Nivel de Peligro Muy Alto**

Este nivel, que está representado en el mapa de peligros múltiples de color rojo, abarca una superficie de 1087.99 ha, lo que representa solo el 1.94% de la extensión superficial del distrito; corresponde a zonas donde se manifiestan constantes heladas, intensas sequías, fuertes inundaciones y serios problemas por movimientos en masa.

Las zonas más representativas de este nivel de peligro se localizan sobre los centros poblados estudiados de Carash y Huaripampa Central, y en los centros poblados anexos de Huaripampa Bajo, Quishu, Runtu, Gotu Purquio, Huayopampa, Rucus y Atojhuachanga. Estos lugares se caracterizan por presentar condiciones climáticas agrestes como temperaturas bajas alcanzando hasta los -8°C que asociado a una humedad relativa baja y con ausencia de vientos, favorece la manifestación de fuertes heladas; en estas mismas zonas, este nivel de peligro también se asocia a las altas precipitaciones alcanzando hasta 2100 mm en periodos húmedos, lo cual sumado a que tiene lugares hasta con 15% de pendiente, y añadiendo la característica de que predominan cultivos agrícola y escasa vegetación, todos estos factores favorecen a la ocurrencia de inundaciones. En estas zonas los peligros muy altos están también asociados a la manifestación de deslizamientos y huaycos (movimientos en masa), favorecidos por la pendiente pronunciada de los suelos y por las fuertes precipitaciones que allí ocurren.

#### **b) Nivel de Peligro Alto**

Este nivel, que está representado en el mapa mediante el color naranja, ocupa una extensión de 6260.21 ha, lo que representa el 11.14% de la superficie distrital; corresponde a zonas donde las heladas son menos intensas, los movimientos en masa son menos frecuentes y las inundaciones y sequías también son menores.

Como se observa en el mapa de peligros múltiples, este nivel se localiza, en su mayoría, en la margen derecha del río Mosna, aproximadamente, en promedio, abarca la superficie comprendida entre su curso principal y 3km en dirección oriental; en la zona que abarca este nivel encontramos los centros poblados estudiados de San Marcos, Carhuayoc, Challhuayaco, Pichiu Quenaragua, Santa Cruz de Mosna, Rancas, Gaucho, Pichiu San Pedro y Pujun Pampa.

Esta zona se caracteriza por presentar una variabilidad de relieve, con pendientes que van principalmente de 25% a 50%; la zona de vida que predomina es la de bosque húmedo Montano Tropical, la cual describe climas que van desde 12.6°C a 17.9°C y las precipitaciones alcanzan un

promedio total anual de 1381.35mm. Estos factores hacen que el nivel de peligro sea menor al descrito en el inciso anterior.

**c) Nivel de Peligro Medio**

Este nivel está representado en el mapa de peligros múltiples mediante el color amarillo, este nivel es el de mayor extensión territorial, con una superficie de 45154.90 ha, que equivale al 80.38% del total del distrito; corresponde a zonas donde los peligros múltiples se asocian a procesos geodinámicos de menor intensidad, hay ausencia de heladas, las precipitaciones son menos intensas, y la temperatura no es extrema.

Esta zona no abarca ningún centro poblado estudiado, lo cual contribuye a la disminución del grado de peligro. De manera general, en estas zonas la acción de los agentes atmosféricos externos son menos intensos, con respecto a los casos anteriores; esta zona posee un relieve con pendientes moderadas y rocas más compactas. Debido a estos factores el peligro disminuye considerablemente.

## **6.2. SUBMODELO VULNERABILIDAD MÚLTIPLE**

### **6.2.1. ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO UNIDADES SOCIALES**

Los niveles que se ha obtenido son tres Medio, Alto y Muy Alto Donde predomina el nivel Alto con un 9.49% de la superficie total del distrito de San Marcos.

El nivel muy alto de vulnerabilidad de unidades sociales presenta un área de 808.90 ha, equivalente a 1.44% del total distrital que es 56178.52 ha. En esta superficie se encuentran cuatro centros poblados estudiados de Challhuayaco, Gaucho, Rancas y Pujun Pampa. Cuenta con un nivel pobre en educación, servicio de salud y acceso a servicios públicos; la mayoría no cuenta viviendas propias ni con títulos de propiedad. La población por lo general carece de capacitaciones lo que mejoraría el capital humano, tampoco suele pertenecer a grupos sociales o tener comunicación con sus autoridades. Y en cuanto a niveles de pobreza son más altos que los otros niveles.

En el nivel alto, se encuentran la mayor cantidad de centros poblados estudiados del distrito que son los siguientes: Carhuayoc, Pichiu Quenuaragua, Santa Cruz de Mosna, Huaripampa Central y Pichiu San Pedro. A la vez, es el nivel que ocupa una mayor superficie con 5331.79 ha equivalente a 9.49% del distrito.

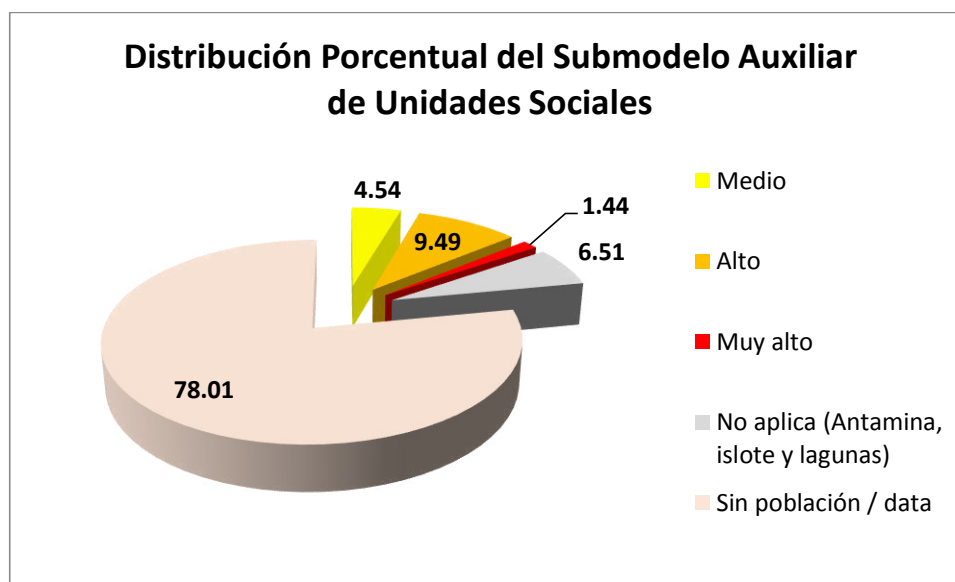
En el nivel medio, se encuentran solo dos centros poblados estudiados de San Marcos y Carash. Cabe destacar que el C.P. de San Marcos es capital del distrito de San Marcos en donde la mayoría de las necesidades básicas están satisfechas.

**Cuadro N° 80: Niveles de Unidades Sociales**

<b>Valor</b>	<b>Niveles</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
1.8	Medio	2552.43	4.54
2.3	Alto	5331.79	9.49
3.0	Muy alto	808.90	1.44
0.0	No aplica (Antamina, islote y lagunas)	3659.63	6.51
0.0	Sin población / data	43825.76	78.01

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura N° 16: Distribución Porcentual del Submodelo auxiliar de Unidades Sociales**



*Fuente: Elaboración propia*

#### **6.2.2. ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO AUXILIAR DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS**

Para la elaboración del presente submodelo, se ha integrado todas las variables con un grado de influencia igual a uno, debido a que todos influyen de la misma manera. Los niveles que se ha obtenido son tres Medio, Alto y Muy Alto. Donde predomina el nivel Alto con un 9.80% de la superficie total del distrito de San Marcos.

Asimismo, las unidades de análisis son los once centros poblados estudiados del distrito de San Marcos (San Marcos, Carhuayoc, Pichiu Quenuaragua, Challhuayaco, Carash, Santa Cruz de Mosna, Huaripampa Central, Rancas, Gaucho, Pichiu San Pedro y Pujun Pampa).

En el nivel muy alto, se encuentran dos centros poblados estudiados de Challhuayaco y Gaucho. Se caracteriza por presentar una vulnerabilidad muy alta de las actividades económicas, por poseer bajo porcentaje PEA, limitado acceso al crédito, carencia de tecnología productiva, escasas obras de apoyo a la producción y dificultad al momento de obtener su materia prima o donde comercializarlo principalmente por grandes distancias.

En el nivel alto, se encuentran la mayoría de centros poblados estudiados como Pichiu San Pedro, Pichiu Quenuaragua, Santa Cruz de Mosna, Rancas, Pujun Pampa y Carhuayoc.

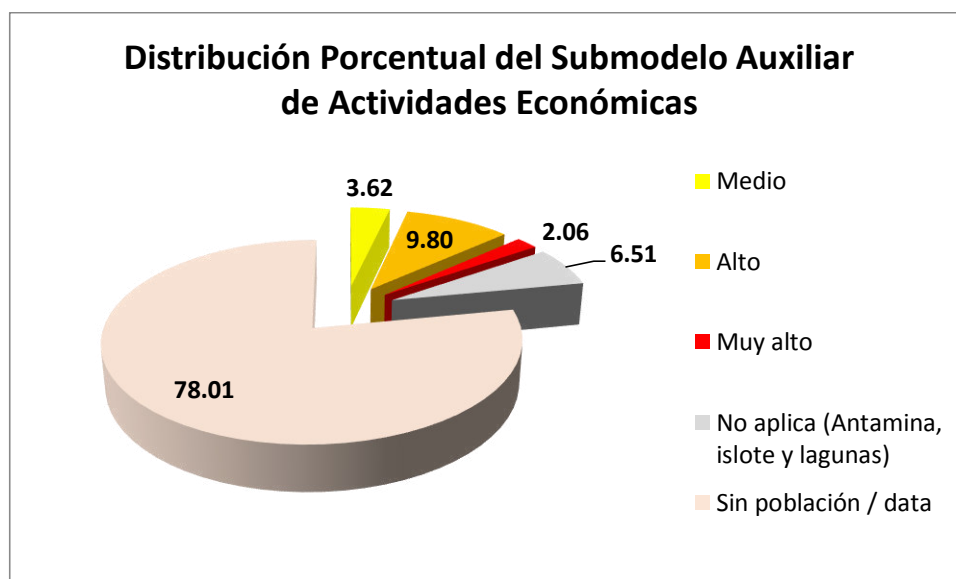
En el nivel medio, se encuentran tres centros poblados estudiados de San Marcos, Carash y Huaripampa Central

**Cuadro N° 81: Niveles de Actividades Económicas**

Valor	Nivel	Área (ha)	Porcentaje (%)
1.8	Medio	2033.98	3.62
2.3	Alto	5504.29	9.80
3.0	Muy alto	1154.86	2.06
0.0	No aplica (Antamina, islote y lagunas)	3659.63	6.51
0.0	Sin población / data	43825.76	78.01

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura N° 17: Distribución Porcentual del Submodelo auxiliar de Actividades Económicas**



*Fuente: Elaboración propia*

### 6.2.3. ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO AUXILIAR INFRAESTRUCTURA

Para la elaboración del presente submodelo, se ha integrado todas las variables con un grado de influencia igual a uno, debido a que todos influyen de la misma manera. Los niveles que se ha obtenido son tres Medio, Alto y Muy Alto. Presenta un ligero predominio el nivel Alto con un 6.19% de la superficie total del distrito de San Marcos.

Asimismo, las unidades de análisis son los once centros poblados estudiados del distrito de San Marcos (San Marcos, Carhuayoc, Pichiu Quenuaragua, Challhuayaco, Carash, Santa Cruz de Mosna, Huaripampa Central, Rancas, Gaucho, Pichiu San Pedro y Pujun Pampa).

En el muy alto Gaucho, Rancas y Pujun Pampa. Se caracteriza por tener viviendas de tierra, pocas distancias en kilómetros de vías de comunicación, escasa o inexistente infraestructura educativa y/o de salud y/o de apoyo a la producción.

En el alto Pichiu San Pedro, Pichiu Quenuaragua, Santa Cruz de Mosna, Challhuayaco, Carash y Huaripampa Central.

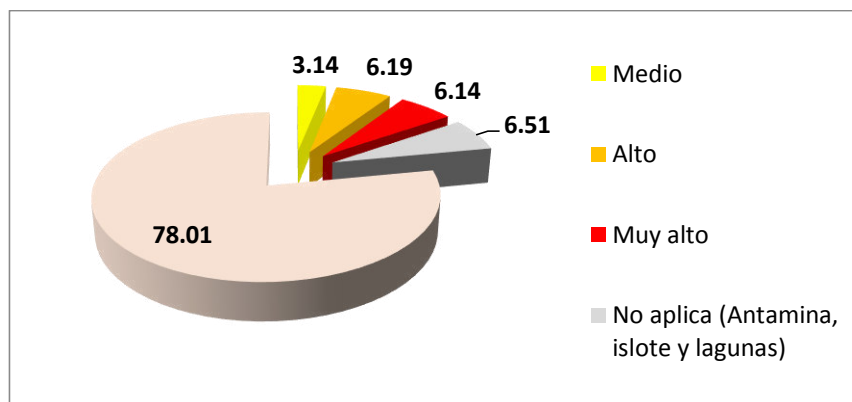
En el nivel medio, se encuentran dos centros poblados estudiados de San Marcos y Carhuayoc.

**Cuadro N° 82: Niveles de Infraestructura**

Valor	Nivel	Área (ha)	Porcentaje (%)
1.8	Medio	1763.38	3.14
2.3	Alto	3478.05	6.19
3.0	Muy alto	3451.7	6.14
0.0	No aplica (Antamina, islote y lagunas)	3659.63	6.51
0.0	Sin población / data	43825.76	78.01

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura N° 18: Distribución porcentual de Submodelo auxiliar de Infraestructura**



*Fuente: Elaboración propia*



#### 6.2.4. ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL SUBMODELO DE VULNERABILIDAD MÚLTIPLE

En el nivel medio, se encuentran dos centros poblados estudiados de Carash y San Marcos. Cabe resaltar que el centro poblado de San Marcos es la capital de distrito, en donde mayor oportunidad que exista menos vulnerabilidad.

El submodelo de Vulnerabilidad Múltiple presenta tres niveles que son los siguientes: Medio, Alto y Muy Alto. De estos niveles, destaca el nivel muy alto por tener mayor superficie en el distrito de San Marcos 4275.16ha es decir un 7.61% del total.

En el nivel muy alto, se encuentran los centros poblados Gaucho, Challhuayaco Rancas y Pujun Pampa, los cuales se caracterizan principalmente por tener un limitado acceso al crédito, un nivel educativo bajo, una accesibilidad al centro poblado San Marcos básicamente a través de caminos de herradura, la condición de la actividad económica presenta un altísimo grado de informalidad y un escaso acceso a la infraestructura de producción. En el nivel alto, se encuentran los centros poblados San Pedro, Quinhuaragra, Mosna, Carhuayoc, y Huaripampa Central.

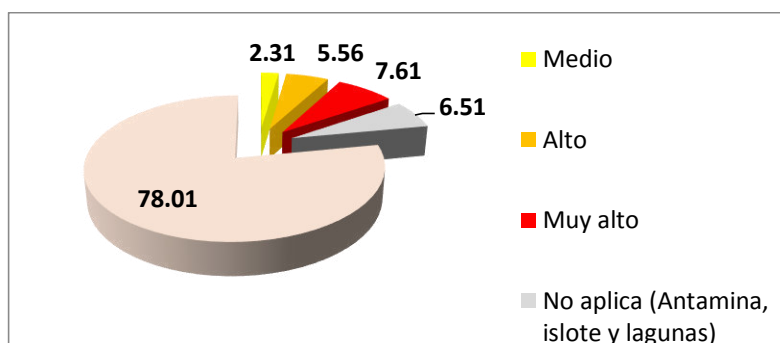
En el nivel medio, se encuentran solo dos centros poblados Carash y San Marcos. Cabe resaltar que el centro poblado de San Marcos es la capital de distrito, en donde se concentra las mayores oportunidades para la población.

**Cuadro N° 83: Niveles del Submodelo de Vulnerabilidad Múltiple**

Valor	Nivel de Vulnerabilidad	Área (ha)	Porcentaje (%)
1.8	Medio	1295.07	2.31
2.3	Alto	3122.89	5.56
3.0	Muy alto	4275.16	7.61
0.0	No aplica (Antamina, islote y lagunas)	3659.63	6.51
0.0	Sin población / data	43825.76	78.01

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura N° 19: Distribución porcentual de Submodelo auxiliar de Vulnerabilidad Múltiple**



*Fuente: Elaboración propia*

### 6.3. MODELO SEMICUANTITATIVO DE RIESGOS MÚLTIPLES

#### 6.3.1. ANÁLISIS DEL RESULTADO DEL MODELO DE RIESGOS MÚLTIPLES

El modelo de Riesgos Múltiples es el resultado de la integración de los submodelos de Peligros Múltiples y Vulnerabilidades Múltiples donde se obtiene cuatro niveles que son los siguientes: Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. De estos niveles, destaca el de riesgo bajo por su mayor superficie en el distrito de San Marcos, la zona ocupa el 78.04% del área distrital. Esto representa básicamente aquellas zonas determinadas sin población, cuya valoración al factor de exposición de la vulnerabilidad es prácticamente nulo.

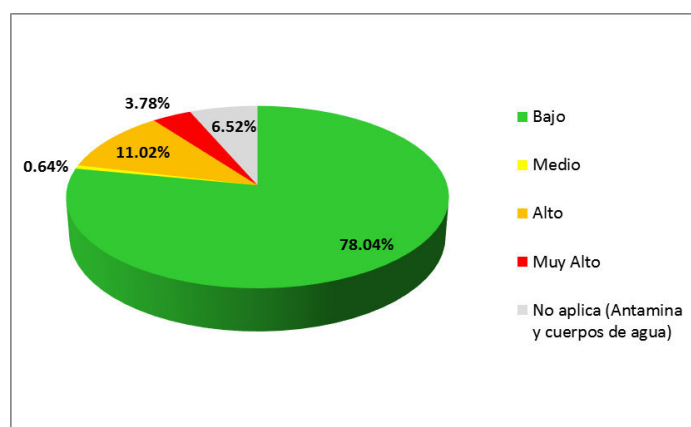
Por otro lado, existe un porcentaje del 11.02% que representa las zonas con un riesgo alto, este nivel se caracteriza por la concentración considerable de población asentada en las laderas de los cursos de los ríos o quebradas, por ocupar áreas susceptibles a los movimientos en masa, a las inundaciones, y en menor medida a las sequías y heladas.

El nivel muy alto, ocupa un 3.78% del total de la superficie distrital, esta zona se caracteriza por la frecuente ocurrencia de fenómenos de origen natural, según las condiciones del medio. Además son zonas pobladas que poseen un nivel educativo bajo, un limitado acceso al crédito, una accesibilidad al centro poblado San Marcos básicamente a través de caminos de herradura, la condición de la actividad económica muestra un altísimo grado de informalidad y un escaso acceso a la infraestructura de producción.

**Cuadro N° 84: Niveles del Modelo Semicuantitativo de Riesgo Múltiple**

Valor	Nivel de Riesgo	Área(Ha)	Porcentaje (%)
1.3	Bajo	43841.41	78.04
1.8	Medio	361.03	0.64
2.3	Alto	6192.76	11.02
3.0	Muy Alto	2123.62	3.78

**Figura N° 20: Distribución porcentual del Modelo de Riesgo Semicuantitativo Múltiple**



## **VII. PROPUESTA DE LINEAMIENTOS Y ACCIONES PARA LA REDUCCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES CON FINES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

### **7.1. GENERALIDADES**

En este capítulo se proponen una serie de lineamientos y acciones enmarcadas en los procesos de Reducción y Prevención del Riesgo a nivel local, que a la vez se materializan en proyectos específicos. Luego se proponen estrategias para implementar dichas propuestas en el distrito de San Marcos.

Es importante dar a conocer, que estos lineamientos y acciones, pueden constituir un insumo d los Planes de Desarrollo y Estratégicos del Distrito de San Marcos, en la temática ligada a la Gestión de Riesgo de Desastres. Además puede constituir un instrumento base orientador en el proceso de elaboración de un Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (PPRRD), siendo complementado por orientaciones metodológicas

### **7.2. LINEAMIENTOS Y ACCIONES PARA LA REDUCCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES CON FINES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

Las siguientes propuestas de lineamientos se encuentran articulados a la Política de Estado N°32 y N°34, al primer y tercer objetivo de la Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y a los objetivos estratégicos del Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (PLANAGERD); por consiguiente, guardan relación al Marco de Acción de Hyogo (2005 – 2015).

De acuerdo a los resultados del modelamiento cartográfico efectuado, al análisis e interpretación de resultados, se proponen los siguientes lineamientos y acciones:

- ✓ Identificar, evaluar y monitorear los riesgos de origen natural en el distrito de San Marcos.
  - Realizar y actualizar estudios de detalle de peligros, vulnerabilidad y riesgo.
  - Generar información temática, estadística, cartográfica para la evaluación del riesgo.
  - Realizar un inventario de viviendas en zonas de riesgo de desastre.
- ✓ Gestionar el riesgo como parte de la gestión del desarrollo local.
  - Incorporar la prevención y reducción de riesgos, como variable de transversalidad, en los instrumentos de planificación a nivel distrital y de centros poblados estudiados.
  - Promover la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en las actividades económicas productivas.
  - Formular y ejecutar proyectos de inversión pública considerando la prevención y reducción del riesgo de desastres.
  - Formular e implementar un Plan de Ordenamiento Territorial (local) incorporando en los lineamientos base, la prevención y reducción de riesgos de desastre.

- Incluir la prevención y reducción de riesgos en las normas regulatorias para asentamientos y construcción de edificaciones e infraestructura.
- Monitorear y controlar la expansión urbana en el distrito.
- Incluir proyectos de reducción de amenazas y vulnerabilidades en los presupuestos participativos.
  
- ✓ Fortalecer instituciones y los mecanismos necesarios para la prevención y gestión de riesgos.
  - Fortalecer los recursos humanos, técnicos y operativos de las dependencias municipales para el ejercicio de su rol en la prevención y reducción de riesgos.
  - Fortalecer capacidades de la Oficina de Defensa Civil.
  - Organizar y garantizar el buen funcionamiento del Comité de Defensa Civil considerando el equipamiento adecuado y contando con el personal capacitado.
  - Fortalecer la articulación de acciones de prevención y reducción de riesgos en los niveles comunales, distritales y provinciales.
  
- ✓ Fomentar y desarrollar una cultura de prevención de riesgos y la participación de la comunidad de San Marcos.
  - Formular e implementar planes de sensibilización a la comunidad.
  - Diseñar e implementar una campaña de difusión sobre temas de prevención y reducción de riesgos en los medios de comunicación del distrito.
  - Promover el voluntariado en la prevención y reducción de riesgos.
  - Desarrollar programas de capacitación en prevención y reducción de riesgos en las instituciones educativas dirigidos a docentes y estudiantes.
  
- ✓ Implementar actividades de prevención y reducción de riesgo de desastres.
  - Identificar áreas de tratamiento y proyectos prioritarios que reduzcan el riesgo.
  - Monitorear y actualizar permanentemente los proyectos prioritarios para ser financiados en el plan de inversiones.

### **7.3. PROPUESTA DE PROYECTOS PARA LA PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE SAN MARCOS – HUARI – ANCASH**

- ✓ **Reforestación con especies nativas**
  - Resultará beneficioso para el control de las cárcavas existentes en la zona de laderas de los centros poblados de Gaucho, Rancas y Challhuayaco, ubicadas al oeste del distrito de San Marcos. Esto permitirá la disminución del escurrimiento superficial de la zona a tratar.

- ✓ **Construcción de zanjas de infiltración y desviación**
  - Ayudará a la infiltración de agua en el suelo y disminuir la escorrentía debido a que las zanjas se excavan teniendo como guías las curvas de nivel. Asimismo, permitirá un mayor aprovechamiento del recurso hídrico en beneficio de las laderas y taludes. Deberán estar ubicadas entre arbustos y árboles para ser protegidas. El área de construcción será en la parte media de la Qda. Pampa Moruna.
- ✓ **Construcción de terrazas de absorción**
  - Colaborará con la disminución de la escorrentía debido a que disminuye la pendiente de la zona. La zona a tratar son los centros poblados de Gaucho, Rancas y Pujun Pampa.
- ✓ **Construcción y reforzamiento de defensa ribereña**
  - Se construirá muros de contención en las zonas expuesta como las partes bajas de la Qda. Chingapampa, Qda. Pampa Moruna y Qda. Callapo. Estas últimas desembocan sus aguas en el Río Caras, el cual deberá ser tratado de la misma forma en su parte baja.
- ✓ **Sistema de monitoreo de las lagunas y defensa de cuerpos de agua**
  - Se deberá implementar un sistema de monitoreo para obtener información actualizada de los factores que conlleven a inundaciones en la zona con equipos apropiados de monitoreo de meteorología y climatología y la construcción de obras de defensa de la Laguna Canrash, ubicada en la cabecera de la Qda. Caracho; la Laguna Huachoccocha, ubicada en la cabecera de la Qda. Tinyo y la Laguna Ninacocha, ubicada en la cabecera de la Qda. Ninacocha. Esto a fin de salvaguardar la seguridad física de la población y de los medios de vida a lo largo de las quebradas mencionadas.
- ✓ **Fortalecimiento de capacidades técnicas de la población para la construcción y mejoramiento de sus viviendas.**
  - Se brindará asesoría técnica con talleres de autoconstrucción responsable de viviendas para disminuir daños ante un desastre, se contará con la presencia de especialistas altamente calificados. Asimismo, se dará un apoyo financiero a la población que lo requiera, previamente evaluada y que se encuentre en sectores críticos de riesgo.
- ✓ **Implementación de un sistema integral de agua y desagüe**
  - Se evaluará a mayor detalle la situación del sistema de agua y desagüe en los centros poblados del distrito y se deberá priorizar la implementación en algunos de ellos.
- ✓ **Mejoramiento de acceso a los lugares de concentración pública de centros poblados**
  - Se mejorará el acceso vehicular y peatonal a las plazas públicas o centros comunales de los centros poblados, en donde en caso de desastre será punto de concentración de la población para la primera ayuda inmediata en caso de emergencia y la

organización de los equipos de trabajo para el acercamiento a la población afectada en sus hogares.

#### **7.4. ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN**

Para implementar los lineamientos y acciones propuestas, se tiene que formular planes de acción que deben contener programas, proyectos y actividades prioritarias para su inclusión en el marco presupuestal local.

La Municipalidad Distrital de San Marcos debe dirigir el proceso de implementación del Plan Local de Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres, pues según la Ley Orgánica de Municipalidades, es responsable de promover, fomentar, orientar y controlar el desarrollo de su circunscripción. Sin embargo la implementación de este plan debe ser una tarea en conjunto asumida por la institucionalidad municipal, representantes del SINAGERD, así como de otras instituciones locales, tanto públicas como privadas, y además de la población en general.

En la implementación de este instrumento, es de suma importancia la incorporación en planes como el Plan de Desarrollo Local Concertado (financiamiento en el Presupuesto Participativo), Plan de Acondicionamiento Territorial, Plan de Desarrollo Urbano y Plan de Desarrollo Rural. Se debe incorporar la prevención y reducción del riesgo en la gestión del desarrollo, esto es, incorporar la parte de evaluación de peligros, vulnerabilidad y riesgos, con los lineamientos, acciones y proyectos específicos.

Para implementar el proceso de prevención y reducción de riesgo de desastres se debe de dotar de mecanismos técnicos y administrativos que faciliten la toma de decisiones de las autoridades que conforman el SINAGERD. Dotar de pautas a la municipalidad y resto de actores, a la vez que les permitan incorporar la prevención y reducción de riesgos en los instrumentos de ordenamiento y planificación territorial, normatividad urbanística y de edificación; de tal forma que las futuras actividades inmersas en el distrito, eviten la generación de nuevos riesgos en la sociedad.

## **VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

1. Se concluye que la propuesta metodológica para la evaluación semicuantitativa de riesgo de desastres es práctica y económica, que facilita la determinación de los niveles de riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad. Sus resultados constituyen un apoyo para la elaboración de instrumentos base en la planificación, ordenamiento y acondicionamiento territorial; y la forma de la evaluación puede ser tomada como ejemplo para otros distritos.
2. Según el Modelo Semicuantitativo de Riesgos, se concluye que las zonas de riesgo muy alto ocupan 3.78% de la superficie distrital y son áreas que se caracterizan por la concentración considerable de población y medios de vida asentados en las laderas de los cursos del río, por ocupar áreas susceptibles a los movimientos en masa, a las heladas y en menor medida las sequías. Este nivel se extiende sobre los centros poblados mayores estudiados: Huaripampa Central, Pujun Pampa, Rancas, Gaucho y Challhuayaco; y sobre los anexos: Gotu Puquio y Ayash, estando inmerso un aproximado de 1094 habitantes.
3. Dentro de los fenómenos más relevantes en la zona de estudio, según el nivel alto obtenido respectivamente, se encuentra en primer lugar los movimientos en masa con 55.07%, en segundo lugar las heladas con 38.03% y finalmente las sequías con 11.32%; los cuales requieren una mayor atención.
4. El uso del Análisis Heurístico resulta beneficioso para realizar la evaluación de los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad, agiliza la automatización, el recojo y el posterior análisis de datos en un SIG; sin embargo posee cierto grado de subjetividad que se introduce cuando se seleccionan y ponderan las variables consideradas por un especialista.
5. La construcción de una Matriz de Valoración Semicuantitativa (ordinal e intervalos) es fundamental en la fase del modelamiento cartográfico porque estructura la información en niveles preestablecidos. Ayuda a la generación de uniformidad en la ponderación de atributos, variables y submodelos.
6. El uso de las geotecnologías en la determinación de los niveles de riesgo facilita la optimización, efectividad y automatización de procesos geoespaciales para el modelamiento cartográfico y el diseño de base de datos.
7. El empleo de una matriz multicriterio permite relacionar modelos de peligros y vulnerabilidades múltiples, delimitando respectivamente su grado de influencia y a la vez otorgando mayor

importancia a ciertos niveles que el usuario crea necesario mantener, para obtener finalmente un modelo de riesgos más aproximado a la realidad representado en un mapa de zonificación de niveles de riesgo.

8. Se han propuesto 8 proyectos específicos y georreferenciados, los cuales están orientados a la prevención y reducción del riesgo de desastres en el distrito de San Marcos y cuya finalidad es, en resumen, reducir del riesgo, disminución de la vulnerabilidad de la población y de sus medios de vida. Esta acción no es sola de una entidad, sino un grupo entre ellos el gobierno regional y local, CENEPRED, INDECI



## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda implementar la metodología de la evaluación semicuantitativa de riesgo de desastres en los diferentes distritos del país a fin de generar un insumo base en materia de riesgos en los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial.
2. Se sugiere realizar estudios de múltiples variables biofísicas para generar información temática con mayor detalle, de esta forma enriquecer el modelo final, dotándolo de más variables e indicadores, asimismo haciendo que estos, por ser de una escala más fina, tengan más calificación en una futura ponderación. Además según la precisión y tipo de información generada se puede precisar el tipo de modelamiento cartográfico e incluso el tipo de evaluación de riesgos.
3. Ante la presencia del cambio climático, la estructura conceptual de este modelo, se puede incrementar, añadiendo un submodelo intermedio descriptivo de variabilidad, el cual definitivamente puede alterar los resultados del modelamiento cartográfico.
4. Para reducir el grado de subjetividad en el Análisis Heurístico, se sugiere que este sea elaborado por un equipo técnico multidisciplinario a fin de introducir un enfoque holístico al seleccionar y ponderar variables que integran un modelo cartográfico.
5. Para realizar modelos más finos o precisos se recomienda aumentar la cantidad de intervalos en una Matriz de Valoración con la finalidad de realizar una mejor diferenciación entre unidades temáticas a detalle.
6. Se recomienda estar actualizado en el uso de las nuevas geotecnologías para su correcto empleo en la determinación de los niveles de riesgo en la implementación y mejora de la metodología de la evaluación semicuantitativa de riesgos, haciendo los procesos eficientes, efectivos y eficaces.
7. Se sugiere aplicar la matriz multicriterio cuando se relacionen dos o más submodelos, en los cuales se desee preservar cierto nivel de peligro o riesgo y a la vez mantener el grado influencia de cada uno.
8. Se recomienda implementar los lineamientos y acciones propuestas en los planes de desarrollo del distrito. Asimismo, se deben incorporar al Plan de Desarrollo Concertado Local, para que su financiamiento sea considerado a través del presupuesto participativo.

9. Cuando se realiza una evaluación de la vulnerabilidad mediante la aplicación de encuestas, se debe tener en cuenta las lenguas que se hablan en la zona, de esta forma, de ser necesario se debe contratar a pobladores del lugar para la ejecución de dichas encuestas.
  
10. Se recomienda a los entes concernientes de la temática presentada como el Gobierno Regional de Ancash, Municipalidad Provincial de Huari y Municipalidad Distrital de San Marcos asignar un fondo específico, aprovechando la alta cantidad de canon minero que reciben, para la reducción de riesgos y disminución de la vulnerabilidad y así elaborar planes de ordenamiento territorial y desarrollo.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ **Anderson, Sweeney, Williams.** Estadística para administración y economía. Internacional Thomson Editores. 10ª edición. 1091p.
- ✓ **Bosque Sendra, Joaquin.** 2000. Sistemas de Información Geográfica. Madrid – España, 419p.
- ✓ **Barredo, J.I.; A. Benavidez; J. Hervhl and C. J. van Westen.** 2000. Comparing heuristic landslide hazard assessment techniques using GIS in the Tirajana basin, Gran Canaria Island, Spain. 104p.
- ✓ **Cardona Arboleda, Omar Dario.** 2001. Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad Politecnica de Cataluna, Escuela Técnica Superior de Ingeniero de Caminos, Canales y Aeropuertos, Barcelona – España, 140p.
- ✓ **Cardona, Omar. Centro de estudios sobre desastres y riesgos CEDERI.** 2003. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo, una crítica y una revisión necesaria para la gestión. Bogotá. 18p.
- ✓ **Carrara, A; M. Cardinalli and F. Guzzetti; F. Guzzetti and P. Reichenbach.** 1995. GIS Technology in mapping landslide hazard. 19p
- ✓ **Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES).** 2008. Metodología para el análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos. 30p.
- ✓ **Centro de Planificación para América Latina y el Caribe (CEPAL).** 2011. Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial. 147p.
- ✓ **Centro de Planificación para América Latina y el Caribe (CEPAL).** 2011. Prevención y atención de los desastres naturales en las Américas y propuestas para el funcionamiento. 20p.
- ✓ **Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).** 2014. Lineamiento Técnico de Estimación del Riesgo. Manual de Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – Caso Ubinas. 60p.

- ✓ **Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).** 2013. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 256p.
- ✓ **Consorcio Las Magnolias.** 2014. Creación de capacidades para la Microzonificación Ecológica y Económica y el Ordenamiento Territorial en el Distrito de San Marcos – Huari – Ancash.
- ✓ **Cortés, Manuel.** 2004. Generalidades sobre Metodología de la Investigación. 105p.
- ✓ **Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) Quispe Vilchez, Jose.** 2010. Guía de Modelamiento Participativo para Zonificación Ecológica y Económica – Región Cajamarca. 55p.
- ✓ **Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).** 2004. Manual de Análisis de riesgo – una base para la gestión de riesgo de desastres naturales. Eschborn. 76p.
- ✓ **Gupta, R.P. and B. C. Joshi.** 1990. Landslide hazard zonation using the GIS approach. A cases study from the Ramganga catchment, Himalayas. 131p.
- ✓ **Guzzetti, F.; A. Carrara; M. Cardinalli; P. Raichenbach.** 1999. Landslide hazards evaluation: a review of current techniques and their applications in a multi-scale study, 216p.
- ✓ **Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).** 2009. Riesgos geológicos en la región Ancash-boletín N°38 Serie C. 289p.
- ✓ **Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).** 2011. Escenarios de Riesgo y Medidas de Mitigación del Riesgo de Desastre en el Distrito del Callao. 94p.
- ✓ **Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).** 2007. Censo Nacional 2007 XI de Población y VI de Vivienda.
- ✓ **Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).** 2012. IV Censo Nacional Agropecuario.
- ✓ **Kuroiwa, Julio.** 2002. Reducción de desastres, viviendo en armonía con la naturaleza”. Primera edición. Lima – Peru. 429p.
- ✓ **Macrogestión – Municipalidad Distrital de San Marcos.** 2008. Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de San Marcos 2008-2015. 145p.

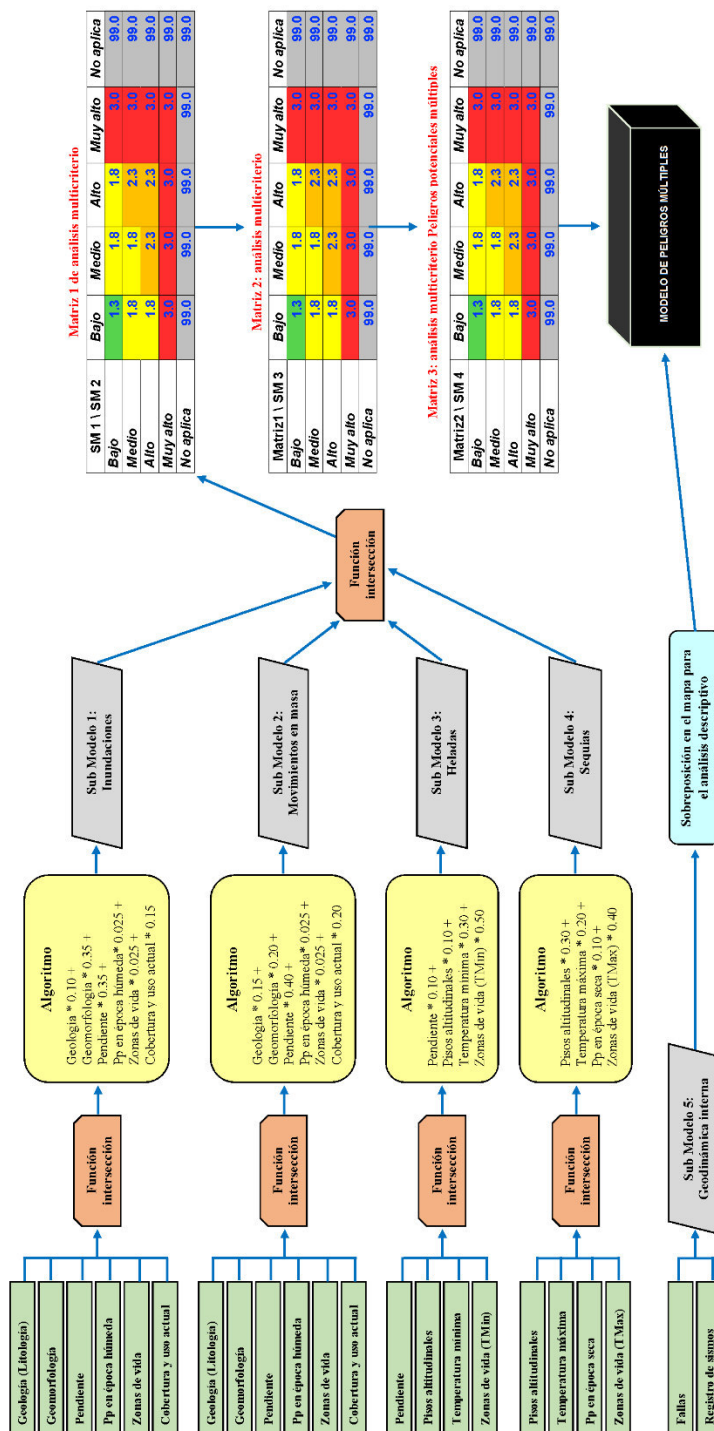
- ✓ **Maskrey, Andrew. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.** 1998. Aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgo en América Latina. 295p.
- ✓ **Ministerio de Economía y Finanzas.** 2006. Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastre en la planificación e inversión para el desarrollo. 64p.
- ✓ **Municipalidad Distrital de San Marcos.** 2007. Plan de Desarrollo Local Concertado 2007 – 2021. 93p.
- ✓ **Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR).** 2009. Terminología sobre Reducción del riesgo de desastres. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. Naciones Unidas. 38 p.
- ✓ **Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN).** 1975. Estudio de Suelos del Callejón de Conchucos (Semidetallado). 118p.
- ✓ **Organización de Estados Americanos (OEA).** 1993. Manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para el desarrollo regional integrado. Organización de los Estados Americanos, Washington, D.C. 569p.
- ✓ **Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (UNESCO).** 1993. Multilingual Landslide Glossary, 34p.
- ✓ **Presidencia de Consejo de Ministros (PCM).** 2014. Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2014-2021. 64p.
- ✓ **Quispe Vilchez, Jose Luis; Eustaquio Villanueva Carmen Elizabeth.** 1993. Aplicación de sistemas de información geográfica en la determinación de áreas vulnerables a riesgos naturales caso: distrito de Comas. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minas, Metalurgia y Geográfica, Lima – Peru.
- ✓ **Tomlinson, Rogger.** 2007. Thinking about GIS. 257 p.
- ✓ **Rigaux, Philippe.** 2001. Spatial Databases: With Application to GIS (The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems). 202p.
- ✓ **Suarez, Angela; Peraldo, Giovanni; Badilla, Elena and Obando, Luis.** 2009. Zonificación geomorfológica para la evaluación de la susceptibilidad a los deslizamientos en la Cuenca del río Viejo. 16 p.

- ✓ **UNU - ITC School on Disaster Geo-information Management.** 2011. Multi-hazard risk assessment. 371p.
- ✓ **Van Westen, C. J.** 1993. GISSIZ-Geographic Information Systems in slope Instability Zonation. ITC Publication, 15, Vol. 1, Enschede 1993. 35p.

## X. ANEXOS

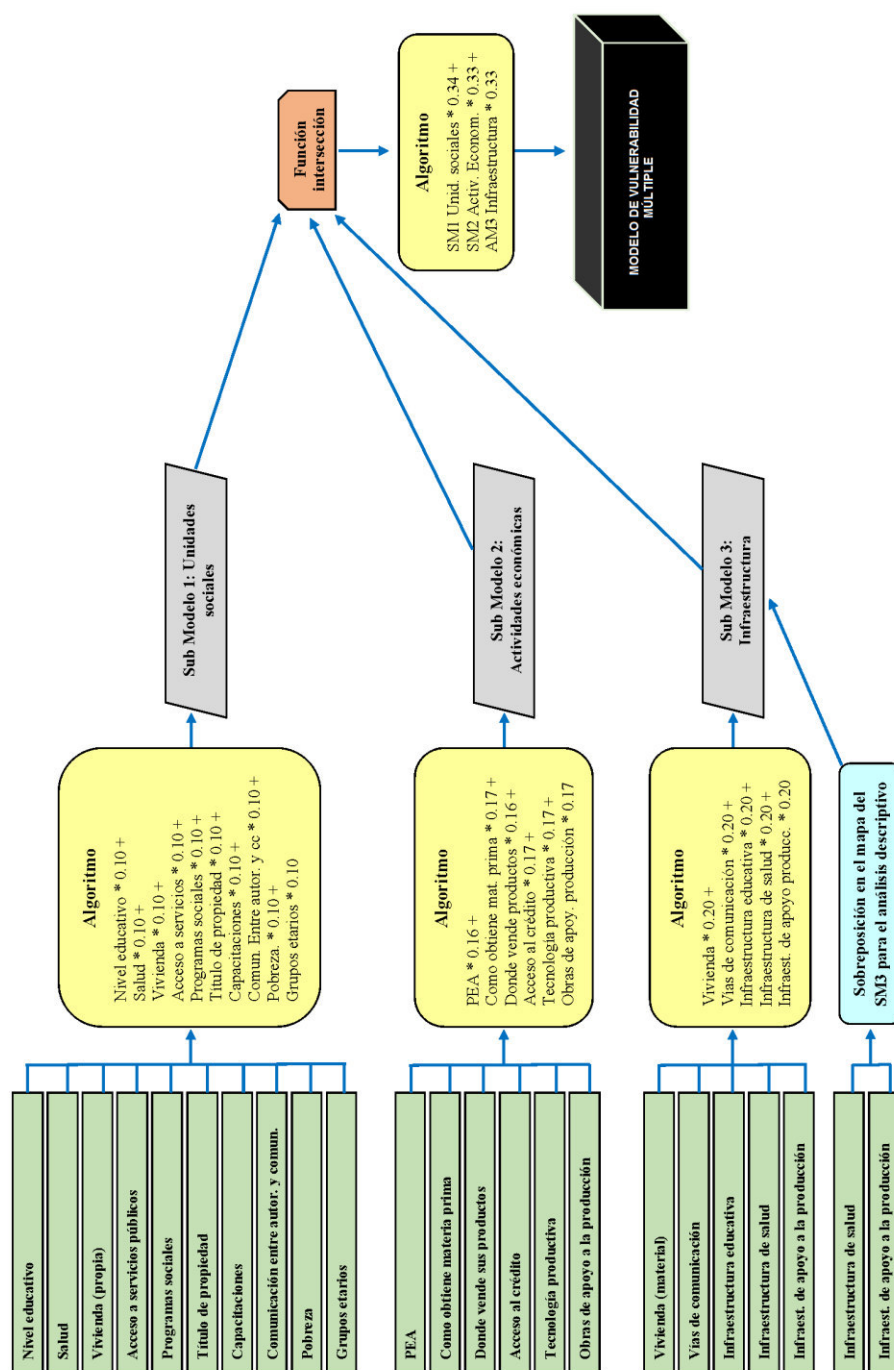
### ANEXO N°1: FLUJO DE MODELAMIENTO SIG DEL MODELO DE PELIGROS MÚLTIPLES

FLUJO DE MODELAMIENTO SIG DEL MODELO DE PELIGROS MÚLTIPLES



## ANEXO N°2: FLUJO DE MODELAMIENTO SIG DEL MODELO DE VULNERABILIDAD MÚLTIPLE

FLUJO DE MODELAMIENTO SIG DEL MODELO DE VULNERABILIDAD





### ANEXO N°3: DISEÑO LÓGICO DE LA BASE DE DATOS ESPACIAL

		GRUPO	TEMA	ARCHIVOS	RASGO GEOGRÁFICO	ESCALA	FUENTE
MAPA BASE			Curvas de nivel	CN Principal	Linea	1/100 000	IGN/COFOPR
				CN Secundaria	Linea	1/100 000	IGN/COFOPR
			Hidrografía	Lagos	Polígono	1/100 000	IGN/COFOPR
				Rios	Linea	1/100 000	IGN/COFOPR
			Límites	LimitDist	Polígono	1/100 000	IGN
				LimitProv	Polígono	1/100 000	IGN
MODELO SEMICUANTITATIVO DE RIESGO MÚLTIPLE		Peligros Potenciales Múltiples	Poblados	CCPP	Punto	1/100 000	INEI/MNEDU
			Geología (Litología)	Geologia_SM	Polígono	1/25 000	INGEMMET
			Geomorfología (Unidades Geomorfológicas)	Geomorf_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
			Pendiente	Pend_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Precipitación en época húmeda	PPHum_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
			Zonas de Vida	ZonVida_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
			Uso actual de la tierra	UsoActTierra_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
		Movimiento en Masas	Geología (Litología)	Geolog_SM	Polígono	1/25 000	INGEMMET
			Geomorfología (Unidades Geomorfológicas)	Geomorf_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
			Pendiente	Pend_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Precipitación en época húmeda	PPHum_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
			Zonas de Vida	ZonVida_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
			Uso actual de la tierra	UsoActTierra_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
		Heladas	Pendiente	Pend_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Pisos altitudinales	PisosAlt_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
			Temperatura mínima	TempMin_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
			Zonas de Vida (Biotemperatura mínima)	ZonVida_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
		Sequías	Pisos altitudinales	PisosAlt_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
			Temperatura mínima	TempMin_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
			Precipitación en época húmeda	PPHum_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
			Zonas de Vida (Biotemperatura mínima)	ZonVida_SM	Polígono	1/25 000	ANTAMINA
		Vulnerabilidad Múltiple	Nivel educativo	NivelEduc_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Salud	Salud_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Vivienda (propia)	Viviend_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Acceso a servicios públicos	AccesServPub_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Programas sociales	PrograSoc_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Título de propiedad	TitulProp_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Capacitación	Capacita_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Comunicación entre autoridades y centro pobla	ComunAutorCP_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Pobreza	Pobreza_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Grupos etarios	GrupoEtar_SM	Polígono	1/25 000	Propia
		Actividades Económicas	PEA	PEA_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Como obtiene materia prima	MatPrima_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Donde vende sus productos	VendeProd_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Acceso al crédito	AccesCred_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Tecnología productiva	TecProd_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Obras de apoyo a la producción	ObraProd_SM	Polígono	1/25 000	Propia
		Infraestructura	Vivienda (material)	Viviend_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Vías de comunicación	ViasCom_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Infraestructura de telecomunicaciones	InfraTelec_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Infraestructura educativa	InfraEduc_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Infraestructura de salud	InfraSalud_SM	Polígono	1/25 000	Propia
			Infraestructura de apoyo a la producción	InfraApoyProd_SM	Polígono	1/25 000	Propia

Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO N°4: DICCIONARIO PATRON DE BASE DE DATOS SIG**

<b>NOMBRE CAMPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
UBIGEO	Código de ubicación geográfica que identifica al distrito, la provincia y el departamento en donde se encuentra ubicado el centro poblado, de acuerdo a los límites censales del INEI. Consta de 6 dígitos
CPMAYOR	Esta categoría hace referencia a los centros poblados principales de un distrito, según el INEI.
CODCP	Código asignado por el Ministerio de Educación que identifica al centro poblado. Consta de 6 dígitos.
NOMCP	Nombre del centro poblado según fuente de donde se obtuvo el registro. No se aceptan nombres declarados, solo los que provienen de fuentes oficiales.
UBICADO	<b>0:</b> NO ES UBICADO <b>1:</b> SI ES UBICADO (Es decir, cuenta con coordenadas geográficas)
CAPITAL	NO ES CAPITAL: <b>0</b> DEPARTAMENTAL: <b>1</b> PROVINCIAL: <b>2</b> DISTRITAL: <b>3</b>
CPINEI	Código de empate con el INEI. El empate está en constante mantenimiento y está sujeto a mejoras. Cuando hay "0" es que no hay empate conocido
FUENTE_SIG	Detalle de FUENTE_G
CODE_GEOLOGIA	Ponderacion de los atributos de la variable geología
CODE_ECO	Ponderacion de los atributos de la variable ecología
CODE_COBER	Ponderacion de los atributos de la variable cobertura vegetal
CODE_GEOMOR	Ponderacion de los atributos de la variable geomorfología
CODE_PENDIENTE	Ponderacion de los atributos de la variable pendiente
CODE_CUM	Ponderacion de los atributos de la variable capacidad de uso mayor de tierras
CODE_PP	Ponderacion de los atributos de la variable precipitacion
OBS	Detalle sobre alguna particularidad del proceso de identificación de duplicados
Z	Valor altitudinal del centro poblado expresado en metros sobre el nivel del mar. Obtenido del DEM de la NASA corregido por el CGIAR V.3. Se usa solo cuando el centro poblado no ha sido georreferenciado con GPS.
Z_UTM	Zona UTM en la que se encuentra el centro poblado. Puede ser 17, 18 o 19.
X_UTM	Coordenadas UTM del centro poblado para el eje X. Expresada en metros
Y_UTM	Coordenadas UTM del centro poblado para el eje Y. Expresada en metros
XGD	Coordenadas del centro poblado para el eje X expresadas en grados decimales.
YGD	Coordenadas del centro poblado para el eje Y expresadas en grados decimales.
LONGITUD	Coordenadas del centro poblado para el eje X expresadas en grados sexagesimales. (Grados, minutos, Segundos)
LATITUD	Coordenadas del centro poblado para el eje Y expresadas en grados sexagesimales. (Grados, minutos, Segundos)
CONTROL	Campo de control interno.

**ANEXO N°5: PANEL FOTOGRÁFICO**



*Fotografía N° 1: Vista Panorámica de la Plaza de la Provincia de Huari*



*Fotografía N° 2: Quebrada Pachachaca*



*Fotografía N° 3: Camino al Centro Poblado Huaripampa Central*



*Fotografía N° 4: Toma de encuestas en el Centro Poblado Rancas*





*Fotografía N° 5: Toma de encuestas en el Centro Poblado Pichiu San Pedro*



*Fotografía N° 6: Pillcas en la Quebrada Carash*



*Fotografía N° 7: Toma de punto GPS de interés en el Centro Poblado San Pedro de Carash*



*Fotografía N° 8: Puente Central Carash*





*Fotografía N° 9: Plaza del distrito de San Marcos*



*Fotografía N° 10: Iglesia de Carhuayoc*



*Fotografía N° 11: Fondo de Valle en la Quebrada Tuco*



*Fotografía N° 12: Áreas Fluvioglaciales - Ninacocha*





*Fotografía N° 13: Reconocimiento del Centro Poblado Santa Cruz de Mosna*



*Fotografía N° 14: Límite entre los distritos San Marcos y Chavin de Huántar*



*Fotografía N° 15: Asentamiento de viviendas – Río Mosna.*



*Fotografía N° 16: Preguntando sobre desastres históricos a los pobladores del Centro Poblado San Marcos*





*Fotografía N° 17: Tierras aptas para cultivos en limpio en el Centro Poblado Pujun*



*Fotografía N° 18: Tierras aptas para pastos en el Centro Poblado Pichiu Quinhuaragra*



*Fotografía N° 19: Llegando a Huari*



*Fotografía N° 20: Instalaciones de la Chancadora en la Mina Contonga*





*Fotografía N° 21: Empezando la travesía hacia Huaripampa*



*Fotografía N° 22: Leñada en el Centro Poblado Pujun*



*Fotografía N° 23: Depósitos Cuaternarios en la carretera San Marcos - Huari*



*Fotografía N° 24: Paisaje en el Centro Poblado Rancas*





*Fotografía N° 25: Zona de Movimientos en Masa en el Centro Poblado menor Gotu Puquio*



*Fotografía N° 26: En el mirador de Masin*



*Fotografía N° 27: Zona de deslizamientos en el Centro Poblado Carhuayoc*



*Fotografía N° 28: Cabecera de cuenca del río Ayash*





*Fotografía N° 29: Huayco que perjudicó la vía de comunicación entre Carash y Carhuayoc*



*Fotografía N° 30: Regresando del Centro Poblado Huaripampa*



*Fotografía N° 31: Camino a la catarata María Jiray*



*Fotografía N° 32: Terminando la jornada, felices*